UNIVERSITÉ DE LAUSANNE – FACULTÉ DES SCIENCES

Etude géologique de la région du Mont d'Or

(Préalpes romandes)

THÈSE

présentée

à la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne
pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences

par

GERMAIN BOTTERON

de Lausanne

Imprimerie Birkhäuser S. A., Bâle
1961

UNIVERSITÉ DE LAUSANNE – FACULTÉ DES SCIENCES

Etude
géologique de la région du Mont d'Or
(Préalpes romandes)

THÈSE

présentée

à la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne
pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences

par

GERMAIN BOTTERON

de Lausanne

Imprimerie Birkhäuser S.A., Bâle
1961

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Extrait des
ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE
Vol. 54, N° 1, 1961

UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

FACULTÉ DES SCIENCES

Vu le rapport présenté par le jury d'examen, composé de MM. les professeurs H. Badoux, directeur de la thèse et doyen de la Faculté, M. Vuagnat et A. Bersier, le Conseil de Faculté autorise l'impression de la thèse de

Monsieur GERMAIN BOTTERON

intitulée :

« *Etude géologique de la région du Mont d'Or (Préalpes romandes)* »

Lausanne, le 22 avril 1960.

Le doyen de la Faculté des Sciences :

H. BADOUX

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546820_0038

Etude géologique de la région du Mont d'Or (Préalpes romandes)

Par **Germain Bøtteron** (Lausanne)

Avec 16 figures dans le texte et 12 planches (I à XII)

TABLE DES MATIÈRES

Avant-Propos 31

A. Introduction 32
1. Situation géographique 32
2. Aperçu géologique 32
3. Historique 33

B. Stratigraphie (Description des coupes de l'écaille du Mont d'Or.) 36
I. Coupe du cirque de l'Ecuale 36
II. Coupe des Anteinettes 47
III. Coupe de l'arête Pierre du Moëllé-Mont d'Or 49
IV. Ecaille de Chaudet 50
Résumé stratigraphique de la coupe du Mont d'Or 51
V. Coupe de la Dalle de Tréveneuse (Rive gauche du Rhône) 53

C. Niveaux paléontologiques 55
I. Etude des Algues calcaires et leur répartition 55
a) Méthode d'étude 55
b) Principes de la détermination des Algues 56
c) Description des espèces étudiées 57
1. Premier niveau à Diploporidées 57
2. Deuxième niveau à Diploporidées 62
3. Troisième niveau à Diploporidées 65
II. Faune des Mollusques et Brachiopodes. 66
1. Première faune de Mollusques 67
2. Bancs à Dentales et Worthenia hausmanni (Deuxième faune de Mollusques) 70
3. Troisième faune de Mollusques et Brachiopodes. 71
Conclusions 72

D. Comparaisons stratigraphiques entre les unités de la Province briançonnaise 73
1. Le Werfénien 75
2. Le Virglorien 76
3. Limite Virglorien-Ladinien 78
4. Le Ladinien 79
5. Carnien-Norien 80

E. Le Trias des Préalpes Médianes plastiques 82

F. Tectonique 84

G. Position du Mont d'Or dans l'édifice préalpin et ses relations avec les terrains environnants 86

I. Introduction 86
1. Relations du Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen avec sa couverture. – La Grande fenêtre mitoyene 88
2. La Petite fenêtre mitoyenne 89
II. Descriptions régionales 90
1. Région de Praz Cornet 90
2. Région des Mosses 91
3. Le ravin du Troublon et les rives de la Grande Eau 92
Conclusions 93
4. Région de la Pierre du Moëllé 93
5. Région de Charbonnière 95
III. Le Plattenflysch 100

H. Terrains quaternaires 103
Bibliographie 103

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figures dans le texte:

1. Empreintes de boudins vermiculés ou «pieds de bœufs» 37
2. Couches sédimentaires démontrant la position renversée de la série du Mont d'Or . 40
3. Brèches intraformationnelles 41
4. Virglorien du Câble-Croix (Dalle de Tréveneuse) 54
5. Reconstitution schématique du squelette de l'algue *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp. 61
6. Algue dégagée à l'acide acétique (Physoporella prealpina) 63
7. Coupe synthétique du Trias de la Province briançonnaise 74
8. Schéma tectonique 87
9. Carte géologique de la région de Praz Cornet 90
10. Coupe géologique de la région de Praz Cornet. 91
11. Levé géologique du ravin du Troublon et des rives de la Grande Eau 93
12. Levé géologique de la région de la Pierre du Moëllé 94
13. Coupe de l'arête Pierre du Moëllé – Mont d'Or 94
14. Chevauchement de la cornieule ultrahelvétique sur les Médianes plastiques, au N de Charbonnière 97
15. Carte géologique de la région de Charbonnière 98
16. Coupes géologiques de la région de Charbonnière 99

PLANCHES

I Faune de Mollusques.
II Faune de Mollusques.
III *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp. (manchons dégagés à l'acide).
IV 1–4 *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp. (coupes minces).
V 1–2 *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp.;
3 *Macroporella* sp. cf. *alpina* v. Pia;
4 *Diplopora uniserialis* v. Pia.
VI 1–4 *Physoporella prealpina* v. Pia.
VII 1 *Diplopora annulatissima* v. Pia;
2 *Macroporella* sp.
3–4 *Teutloporella* sp. cf. *triasina* Schauroth.
VIII Tableau stratigraphique.
IX Panorama du cirque de l'Ecuale.
X Panorama du cirque de Dorchaux.
XI Panorama de la face NW du Mont d'Or.
XII Carte géologique du Mont d'Or au 1: 12500

SUMMARY

The present report covers the region of the Préalpes romandes adjoining the Col des Mosses between Aigle and Château d'Oex (Canton of Vaud, Switzerland) and its higher point is the Mont d'Or. That mountain is made of an overthrusted block of Trias belonging to the southern part of the Préalpes médianes.

It is a complex, imbricated and faulted mass showing the following sequence.

At the base appear some beds of cornieule (yellow honeycomb dolomite) (Cornieules inférieures) and dolomite assigned to the upper Werfenian, probably equivalent to the Rhöt.

Above it, are found 150 m of black limestones and dolomites of Virglorian (Anisian) age. They include two paleontological horizons: the lower one contains the new species of algua *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp.; the second *Physoporella prealpina* v. Pia and other species of algua and a layer full of Brachiopods. A rich fauna of dwarfed Mollusca, which were extracted by treatment with acetic acid, are caracteristic too of the Virglorian.

A layer of cornieule (Cornieules moyennes), probably equivalent to the Anhydritgruppe, marks the beginning of the Ladinian, which is made of 160 m of dark layered limestones. They are unfossiliferous but for their upper part where *Diplopora uniserialis* v. Pia is found. This is the third Diplopora zone. Some 120 m of dolomites (Dolomies supérieures) end the Ladinian.

Then come 50 m of cornieules (Cornieules supérieures) probably Carnian. A part only of the Norian is present, it begins with dolomites and finishes with green shales.

The competent slab of the Mont d'Or, inturn, rests on a mass made of Flysch, triassic gypsum and cornieule belonging to the Préalpes internes (Ultrahelvetic). They are thrust over the Préalpes médianes plastiques, an isolated patch of Ultrahelvetic is found at the Charbonnière well to the NW.

The eocene Flysch which separates the maestrichtian Flysch of the Pic Chaussy (nappe of the Niesen) from the Trias of the Mont d'Or is equally ultrahelvetic.

AVANT-PROPOS

L'étude géologique de la région du Mont d'Or, dans les Préalpes romandes, qui est l'objet de ce travail de thèse, me fut confié par M. le professeur H. Badoux, après que j'eus terminé mes études à l'Institut de Géologie de Lausanne, sous sa bienveillante direction.

Deux campagnes d'été, en 1957 et 1958, furent consacrées au levé de la carte géologique. Après une interruption, de l'automne 1957 au printemps 1958, pendant laquelle je me consacrai à l'étude de sédiments récoltés au cours de plongées avec le bathyscaphe « Trieste» en Méditerranée, je pus reprendre mes travaux de recherche concernant le Mont d'Or.

La belle saison de l'année 1959 me permit d'effectuer de nombreux contrôles stratigraphiques, nécessités en partie par la parution d'importants travaux sur le Trias de la Vanoise, dus à F. Ellenberger. C'est également cette année que des observations sur des terrains de faciès semblables, à Plantour, à Saint-Triphon et à Tréveneuse, me donnèrent des points de comparaisons utiles avec la série du Mont d'Or.

Je tiens à témoigner ma profonde gratitude au professeur H. Badoux que j'eus la chance de pouvoir accompagner à de nombreuses excursions géologiques, tout d'abord comme étudiant, puis en qualité d'assistant; je lui sais gré de m'avoir fait bénéficier de ses larges connaissances de la géologie alpine et surtout de m'avoir transmis l'amour du métier.

Que M. le professeur L. Déverin soit assuré de la vive reconnaissance que je lui garde pour la formation scientifique qu'il m'a donnée, laquelle fut complétée par les enseignements de MM. les professeurs E. Poldini, A. Bersier et R. Trümpy, ainsi que par MM. M. Lorétan et P. A. Mercier, auxquels j'exprime également toute ma gratitude.

J'assure M. Dr E. Gasche, directeur du Musée d'Histoire Naturelle à Bâle, de ma sincère reconnaissance pour m'avoir initié à la détermination des algues en coupes minces et d'avoir examiné quelques-unes de ces dernières.

Au professeur M. Vuagnat, qui a bien voulu revoir mes coupes du Flysch au point de vue pétrographique, vont tous mes remerciements.

Je remercie également M. H. Onde, professeur à l'Institut de Géographie, pour l'aide et l'intérêt qu'il m'a témoignés.

Les services de Mlle E. Pache, secrétaire, ceux de MM. R. Dunant, G. Margot et F. Rochat, préparateurs, me furent précieux; qu'ils en soient remerciés.

A. – INTRODUCTION

1. *Situation géographique*

La région étudiée est limitée à l'E par le ruisseau de la Raverette, qui prend sa source au N du Pic Chaussy et se jette dans la Grande Eau, au S par la Grande Eau jusqu'au confluent du ruisseau du Troublon. Le ruisseau du Sépey, jusqu'à la Pierre du Moëllé, et le ruisseau du Leyzay, affluent de l'Hongrin au Tabousset, marquent la frontière occidentale. Ce dernier cours d'eau trace la limite N du terrain, auquel il faut ajouter, au NE, la région de Praz Cornet, jusqu'à la Corne des Brenleires.

J'ai utilisé, pour mon levé, l'excellente base topographique au 1:10 000 dont la restitution n'était pas encore achevée au début de mes recherches; elle me fut spécialement fournie par le Service Topographique Fédéral; pour les noms de lieux, je me suis référé à ceux établis sur les feuilles au 1:25 000 Les Ormonts N° 470 et La Lécherette N° 468 ainsi que sur la récente feuille de la carte nationale suisse au 1:50 000, Rochers de Naye N° 262.

Le Service Topographique a mis en outre à ma disposition les vues aériennes et terrestres de la chaîne du Mont d'Or; elles m'ont été très utiles pour préciser le détail de la structure, par analyse stéréoscopique.

2. *Aperçu géologique*

La grande masse triasique du Mont d'Or domine, à l'W du col des Mosses, un pays de Flysch à pentes douces recouvertes d'un manteau morainique. Les calcaires à patine grise ou jaune doré qui lui valurent son nom et dont l'étude stratigraphique représente la majeure partie de ce travail, sont presque entièrement isolés des affleurements environnants par une ceinture d'éboulis. Ils appartiennent au *bord radical de la nappe des Préalpes Médianes* (appelé par commodité *Préalpes radicales* ou *Préalpes rigides*) et forment un lambeau qui s'est isolé du gros de la nappe.

La série isoclinale du Mont d'Or, que nous avons démontré être en position renversée, flotte sur des terrains plastiques formés de Flysch, de gypse et de cornieule appartenant aux *Préalpes internes*, principalement à l'unité *Bex-Laubhorn*.

La puissante masse de Flysch maestrichtien du Pic Chaussy qui appartient à la partie frontale de la *nappe du Niesen*, s'appuie sur le flanc SE du Mont d'Or par l'intermédiaire de Flysch éocène qui, par endroits, renferme des lentilles triasiques, jurassiques ou crétacées qu'il faut rattacher à l'*Ultrahelvétique*.

Au-devant de cette écaille s'étend le domaine des Médianes plastiques, magnifiquement représentées, au SW du Mont d'Or, par le grand anticlinal des Tours d'Aï au sud duquel s'ouvre le synclinal renversé de Leysin. Vers le NE, à partir de la Pierre du Moëllé, une descente axiale fait disparaître l'anticlinal qui ne réapparaît, bien formé, que dans les gorges de l'Hongrin.

Mais la série du Mont d'Or en est séparée par une bande de Flysch et par une large zone de gypse et de cornieule accumulés en amas complexes qui recouvrent en partie le Flysch des Médianes. Tous ces terrains triasiques et ce Flysch ultrahelvétique, très plastiques, ne sont que la continuation de la zone des Préalpes internes qui borde tout le flanc gauche de la vallée de la Grande Eau, pour se poursuivre, plus au NE, entre les chaînons du Rübli et de la Gummfluh.

Au-delà de l'anticlinal des Tours d'Aï s'étend la zone du Flysch de la nappe de la Simme avec les poudingues caractéristiques de la Mocausa.

3. *Historique*

Le Mont d'Or forme un ensemble bien délimité que l'on peut étudier isolément. Pour des raisons de clarté, je ferai abstraction, pour le moment, de ses relations avec les Flysch sur lesquels il repose. Une esquisse historique plus générale sera reprise dans le chapitre traitant des relations du Mont d'Or avec les terrains environnants.

Sur la carte géologique au 1 : 380000 publiée en 1853 par B. Studer et A. Escher de la Linth, la région couvrant le Mont d'Or, de même que les chaînes du Rübli et de la Gummfluh, est attribuée au Jurassique supérieur. Les gypses de Charbonnière y sont déjà figurés.

La carte au 1 : 100 000 (Nachträge 1875 u. 1882) place également la chaîne du Mont d'Or dans le Jurassique supérieur; elle est ceinturée au SE et au NE par une bande de Cornieule.

Le premier auteur faisant mention du Mont d'Or dans la littérature géologique est H. Schardt (1884). Il figure deux coupes (Pl. IV, fig. 10 et 11), l'une passant par Charbonnière, l'autre par la Pierre du Moëllé en direction du sommet. Il y note la succession suivante (profil 11): Jurassique, Flysch, gypse, cornieule, brèche (assimilée à la «Brèche éocène de la Hornfluh») et pour finir le «puissant massif déjeté du Mont d'Or», attribué au Jurassique supérieur. Son interprétation tectonique peut se résumer ainsi: Le Jurassique de la Pierre du Moëllé est relié synclinalement aux calcaires de la grande masse jurassique supérieur du Mont d'Or, repliée anticlinalement sur elle-même. C'est la position intermédiaire (considérée alors comme stratigraphique) du gypse et de la cornieule entre le «Jurassique supérieur» et le Flysch qui a amené H. Schardt à leur attribuer un âge éocène. Il remarque également, et cette observation garde toute sa valeur, que le flanc SE du massif est bordé d'une «bande presque ininterrompue de corgnieule éocène»

puis par du gypse n'affleurant pas, mais se trahissant par de nombreux entonnoirs et par deux sources sulfureuses dont l'une s'échappe à la Comballaz et l'autre au-dessus du Sepey.

Il est assez étonnant de constater que, dans le Livret des Excursions du Congrès géologique de Zürich (Pl. X, fig. 3), édité en 1884 également, H. Schardt figure le Mont d'Or comme un synclinal triasique en calcaires dolomitiques, entouré par le gypse.

En 1887, E. Favre et H. Schardt, dans leur gros ouvrage de la Description géologique des Préalpes du Pays de Vaud ne font qu'une courte allusion à l'âge du Mont d'Or (p. 149): «Sur le prolongement du Rocher du Midi (Chaîne du Rübli), vers le SW, se trouve le Mont d'Or, entièrement formé de Malm, lequel se rapproche infiniment de celui du Rocher du Midi». Ils donnent deux coupes stratigraphiques (Pl. IV, fig. 7 et 8) de la Pierre du Moëllé-Mont d'Or et de Charbonnière; dans la première, la brèche qui était identifiée à celle de la Hornfluh est remplacée par la dénomination «éboulis cimentés». Dans une coupe plus générale passant par Charbonnière (Pl. XVII, fig. 4), H. Schardt relie la masse du Mont d'Or à l'anticlinal jurassique qui s'ennoye sous la pointe du Leyzay.

En 1891, E. Renevier publie une nouvelle interprétation accompagnée d'une coupe du Mont d'Or (fig. 7, p. 245); il écrit, à propos du profil figuré par H. Schardt en 1884, que ce dernier «interprète à rebours la disposition des terrains»; E. Renevier voit dans le Mont d'Or un synclinal à cœur de Malm, accompagné peut-être de Dogger et de Lias et entouré par les cornieules et le gypse triasiques; ceux-là, affleurant à la Pierre du Moëllé, rejoignent par la profondeur les mêmes terrains qui bordent le flanc SE du massif calcaire.

La preuve de l'âge triasique des calcaires de Tréveneuse et de St-Triphon apportée par M. Lugeon en 1894 par la découverte de «Gyroporelles», amena H. Schardt dès 1897 (p. 44–45), à attribuer également au Trias les masses calcaires de Plantour, du Bois de la Cheneau et du Mont d'Or qui en sont le prolongement dans la direction NE.

En 1907, F. Jaccard publie dans son travail sur la région du Rübli-Gummfluh une coupe stratigraphique partant de la Pierre du Moëllé jusqu'à Chaudet, en passant par le sommet du Mont d'Or; on peut y reconnaître plusieurs niveaux bien définis par les observations actuelles; cependant, il faut y retrancher les N^{os} 1 à 3 et 16 à 18 qui n'appartiennent pas aux Préalpes radicales. F. Jaccard donne l'interprétation suivante: «Le Mont d'Or est un synclinal bordé des deux côtés par le gypse et la cornieule, dont le cœur est formé de calcaires dolomitiques, de calcaires noirs et de calcaires vermiculés qui sont également triasiques»; ils sont datés par analogie avec les coupes de la région Rübli-Gummfluh, où des «gyroporelles», indéterminables génériquement, avaient été trouvées à l'état de traces.

En 1908, H. Schardt revient encore sur le Mont d'Or, et donne une coupe stratigraphique peu différente de celle de F. Jaccard; mais l'interprétation tectonique est franchement nouvelle (fig. 7, p. 193): «...l'arête isoclinale du Mont d'Or, longue de près de 4 kilomètres, dont la masse de calcaires triasiques identiques à ceux du Rocher du Midi, nage littéralement sur le Flysch. Le flanc SE de la voûte des Tours d'Aï, prolongement de celle des Monts Chevreuils, «s'enfonce ostensiblement avec son revêtement de Crétacique et de Flysch, sous le Trias du Mont d'Or».

F. Jaccard (1909) apporte la preuve de l'âge triasique des calcaires du Mont d'Or par la découverte de «*Gyroporelles*» sur le sentier qui monte au chalet de Dorchaux.

Puis en 1911, A. Jeannet, avec la collaboration de F. Rabowski, résume dans une note préliminaire les résultats de leurs études comparées sur l'ensemble du Trias radical des Préalpes Médianes.

A propos du Mont d'Or, à défaut de preuves paléontologiques, ils laissent ouverte la question de savoir si l'ensemble de son Trias représente la «Hauptdolomit» du Trias supérieur, ou les calcaires du Muschelkalk.

Cette question est reprise par A. Jeannet dans sa très belle Monographie des Tours d'Aï, parue en 1913 (p. 215-218 et Pl. IV, fig. 12); il cite de nouvelles observations de F. Rabowski, lequel a pu déterminer, parmi les Diplopores récoltées par F. Jaccard dans la région de Dorchaux, les formes suivantes: *Physoporella minutula*, Gümbel sp., *Oligoporella pilosa*, v. Pia, *Ol. prisca*, v. Pia. Ces formes ont été déterminées par comparaison avec la flore alguaire d'Autriche et des Alpes Orientales d'après la Monographie de J. Pia (1912). A. Jeannet en déduit (p. 217): «la masse principale de ce puissant complexe calcaire est à rapporter au Trias moyen, les documents paléontologiques permettent d'affirmer la présence du Muschelkalk inférieur (Virglorien).

Cet auteur a observé en outre, dans les éboulis le long du chemin de la Comballaz à la Pierre du Moëllé, des silex brunâtres, analogues à ceux des carrières de St-Triphon. Sur le versant SE du Mont d'Or, il a noté la succession suivante, de bas en haut: cornieule, gypse, cornieule, grande épaisseur de calcaires à Diplopores. Si A. Jeannet rattache ces trois premiers niveaux à la base de la série, il ne précise pas la position stratigraphique du gypse qu'il signale sur sa carte, à la Pierre du Moëllé.

E. W. Andrau (1929) présente, dans le cadre de sa thèse, une nouvelle étude plus complète du Mont d'Or. Dans la partie stratigraphique (p. 30 à 38), il figure deux coupes, l'une à Dorchaux, l'autre au Mont d'Or; leur plus grand détail, par rapport aux coupes données par ses prédécesseurs, ne fournit aucun argument stratigraphique ou paléontologique nouveau.

Cependant, il incline avec raison, sur le conseil d'Elie Gagnebin, à séparer entièrement le gypse de la Pierre du Moëllé et celui de la Gittaz de la masse des calcaires dolomitiques du Mont d'Or, se basant sur des considérations tectoniques.

Auparavant, J. Pia (1920) avait publié une vaste étude sur les siphonées verticillées, du Carbonifère au Crétacé, et créé de nouvelles espèces dont les *Physoporella prealpina*, provenant d'échantillons du Trias radical des Préalpes Médianes.

Dans le chapitre consacré à la description régionale du Mont d'Or (p. 90 à 95), Andrau voit dans cet ensemble, comparé à un grand bateau couché sur l'un de ses flancs, un synclinal déjeté, ouvert au NW; quant à la grande masse des calcaires, il y a absence totale d'observations tectoniques. La discussion porte uniquement sur les relations du Mont d'Or avec les terrains sur lesquels il repose.

Le «cas du Mont d'Or» est remis sur la scellette par M. Lugeon et E. Gagnebin en 1941. Au sujet de la série triasique ss. il est dit (p. 10): «En réalité, la disposition synclinale n'est pas prouvée. La charnière que l'on croit voir dans la région de Dorchaux n'est qu'une incurvation locale des couches, de sorte que nous ne savons

aujourd'hui si ce Trias est en série normale ou renversée. Nous pensons plutôt à une série normale.»

B. – STRATIGRAPHIE

Description des coupes de l'Ecaille du Mont d'Or

I. – Coupe du Cirque de l'Ecuale

En partant des chalets adossés à la moraine locale du Larzay, (cote 1650 environ) à l'E du lieu dit *Chaudet*, en direction du Mont d'Or, nous atteignons un premier affleurement isolé, à la cote 1690; un captage implanté à la base de ce dernier peut servir de point de repère. C'est un ensemble de calcaires noirs surmontés par la cornieule et qu'une observation attentive amène à séparer de l'écaille du Mont d'Or, malgré sa position curieuse qui tendrait à le rattacher à l'extrême base du Virglorien. Comme il est d'un âge plus jeune (Ladinien supérieur), nous le décrirons en détail plus loin.

Le «Cirque de l'Ecuale», profondément entaillé dans l'extrémité S de l'écaille du Mont d'Or, présente une excellente coupe naturelle qui s'est révélée être la plus riche en détails lithologiques et en niveaux fossilifères; elle est aussi la plus accessible (voir panorama, pl. IX). Afin de donner une coupe synthétique complète du Virglorien, la description des niveaux les moins visibles – au passage de failles, couches inaccessibles ou moins bien différenciées qu'ailleurs – a été complétée par des observations faites parallèlement en d'autres endroits.

Pour éviter une confusion possible dans l'esprit du lecteur, disons d'emblée que nous nous trouvons devant une série renversée plongeant de 60° en moyenne vers le SE. [1])

N°		Epaisseurs
1.	– Les assises les plus anciennes de notre écaille sont constituées par une dolomie cendrée, claire; elles sont visibles sur une épaisseur inférieure à 10 m et sont bordées à leur base par les éboulis. Elles ne se voient bien qu'à l'E du Cirque de l'Ecuale	10 m
2.	– Les «*Cornieules inférieures*» qui leur font suite affleurent en quelques points, au SE de l'écaille. Elles ont été signalées par E. Andrau à Dorchaux (cartographiées 30 m trop haut sur la carte au 1:25 000), où leurs relations avec les couches supérieures ne sont pas visibles. Ce sont des cornieules banales provenant de l'altération des calcaires dolomitiques. Ce niveau constitue la limite généralement admise entre le Werfénien et le Virglorien. On le retrouve en Vanoise, au sommet des quartzites werféniens qui sont l'équivalent du Bundsandstein germanique.	5 m
3.	Les «*Dolmies inférieures*» qui surmontent la cornieule ont une épaisseur difficile à estimer, leur contact avec la couche précédente est masquée par l'éboulis.	

[1]) *Remarques:*

a) Les numéros correspondent à ceux du tableau stratigraphique (Pl. VIII).

b) Les épaisseurs sont approximatives.

c) Les bancs dolomitiques, plus durs, sont figurés en relief bien que sur le terrain l'érosion ne semble pas souvent tenir compte de ce fait.

Ces dolomies, identiques à celles du premier niveau sont le mieux visibles au petit col reliant Dorchaux à l'Ecuale, à l'altitude 2000 m., au-dessus du plan de la faille qui les met en contact avec des roches plus jeunes; elles ont une pâte claire, fine à saccharoïde, gris cendré, une patine beige-claire à brunâtre; elles sont bien litées en bancs de 5 à 10 cm avec quelques intercalations de bancs plus massifs; les petits bancs sont séparés par de minces feuillets noirs à l'aspect bitumineux . . . . . 15-20 m

4. – Le niveau dolomitique suivant est un bon repère à cause de sa patine jaune-clair vif, contrastant avec les roches plus sombres qui l'encadrent. Ce niveau, que j'ai nommé D_1, comprend les bancs épais et durs faisant saillie, respectivement de 40, 10, 15, 15 et 40 cm. Le premier et le dernier de ces bancs possèdent cette patine caractéristique; leur pâte est très fine, claire et réagit faiblement à l'HCl 2n. Deux bancs dolomitiques gris, de 30 et 40 cm leur succèdent . . . . . 1,90 m

5. – Les «*Calcaires vermiculés*» débutent par une surface de couche particulièrement riche en empreintes typiques appelées communément «pieds de bœufs»; ces boudins en relief ont la forme de fer à cheval ou de U très allongés pouvant atteindre 20 cm.; ces grandes empreintes sont accompagnées par de nombreuses petites vermiculations plus ou moins arquées; tous les intermédiaires entre les grandes et les petites formes coexistent.

Fig. 1. Empreintes de boudins vermiculés ou «pieds de bœufs»

Plus haut dans la série, un autre niveau à pieds de bœufs (N° 10), enserré au milieu d'un complexe dolomitique (D_2), m'a fourni également de très belles empreintes dont quelques-unes montrent une structure plus complexe; le boudin principal circonscrit une succession de bourrelets concentriques, de plus en plus étroits (fig. 1).

L'origine de telles empreintes a intrigué de nombreux géologues; M. Lugeon (1896) mentionne pour la première fois ce terme de «pieds de bœufs», utilisé par les carriers, à propos des calcaires vermiculés de Tréveneuse. L. Moret (1940) attribue l'origine de ces moulages arqués à des excréments d'Holothuries.

La carrière des Etrives, au N de la gare de St-Triphon recèle, à la surface supérieure du banc dit «des bassins», une quantité de ces grosses vermiculations; ce niveau appartient au Virglorien supérieur, daté par une célèbre faune de brachiopodes.

Une étude de Th. Fuchs (1895) est en partie consacrée à des formes dont la définition correspond exactement à celle des empreintes contenues dans les calcaires vermiculés des Préalpes radicales. Ces formes, bien décrites et figurées à la Pl. VII, provenant du Muschelkalk inférieur de Jena, sont désignées sous le nom de *Rhizocorallium jenense* Zenker. Th. Fuchs pense que beaucoup de ces formes arquées ont été attribuées à tort par certains auteurs à des algues sous des noms divers et qu'elles ne résultent en définitive que du creusement de cavernes par des animaux.

Au cours d'une plongée en bathyscaphe effectuée au large de Capri en 1957, j'ai eu l'occasion de faire quelques observations qui tendraient à confirmer ce point de vue sous toute la réserve qui doit être faite en présence de milieux différents, tant par la nature que par la profondeur; de telles cavernes ou «terriers» se présentèrent sous la forme de petits monticules percés sur le côté d'un trou devant lequel étaient accumulés des déblais, étalés en cercles concentriques. Il s'est avéré que certains de ces trous étaient habités par des vers.

F. Ellenberger a figuré (Pl. 21, 11) une de ces empreintes provenant des calcaires vermiculés de Vanoise et dont la dolomitisation précoce a fixé les structures avant la compaction de la vase. Il en donne l'explication suivante: le boudin en U, déchaussé par lavage de la vase encaissante correspond au tube horizontal (*Rhizocorallium*) d'un organisme vermiforme, dont les stades d'accroissement sont enregistrés par des arceaux avec traînées de petits bâtonnets (spicules d'*Alcyonnaires* dévorés par le ver?).

La couche qui surmonte directement ce premier niveau à pieds de bœufs (N° 5) est très riche en débris de gastéropodes et d'algues spécifiquement indéterminables; les manchons de ces diplopores ont été épigénisés par de la dolomie grossièrement cristallisée qui en a effacé la structure, tandis que les tests des nombreux gastéropodes constitués de calcaire, sont rarement ou imparfaitement épigénisés par la dolomie. Les sections en coupe mince montrent qu'ils appartiennent à plusieurs espèces différentes parmi lesquelles on peut reconnaître *Loxonema* sp., petite forme turriculée de 2 mm qui a également pu être dégagée à l'acide, *Neritaria* sp. et *Actaeonina* sp. cf. *scalaris* V. Münster sp. Une autre plaque mince montre que

ces calcaires contiennent des lits lumachelliques de petites coquilles attribuées à des ostracodes.

Un échantillon ramassé dans les éboulis, provenant très probablement de ce niveau riche en fragments de coquilles de gastéropodes, contient quelques petits articles de crinoïdes.

Vient ensuite un banc dolomitique à patine légèrement jaunâtre, moins accusée que celle des bancs D_1, mais dont la pâte dolomitique est de couleur variable, parfois fortement colorée en rouge ou verdâtre; bien visibles sur le sentier qui les recoupe, elles prennent l'aspect d'un marbre flammé de rose et de vert. Ce banc renferme encore quelques tests de gastéropodes indéterminables.

C'est près de ce banc que j'ai trouvé un échantillon contenant de petits articles d'encrines qui se détachent en sombre sur une pâte dolomitique grenue, jaunâtre; nous n'avons pas de peine à reconnaître dans ces crinoïdes, dont les articles ont la forme de tonnelets, l'espèce *Dadocrinus gracilis* (Buch), souvent signalée dans les calcaires vermiculés; ils sont nettement distincts des articles d'encrines qui se retrouvent, à d'autres niveaux dans notre série, par leur aspect, et surtout par leur petite taille (⌀ moyen 2 mm).

N° Epaisseurs

6. – A ces premiers bancs riches en débris organiques succède la masse des calcaires vermiculés, puissante de 20 à 25 mètres. Elle est composée par une alternance de calcaires gris plus ou moins compacts, à pâte fine, sombre, en bancs compacts de 10 à 20 cm, à surface ondulée, formant des séries de 2 à 3 mètres, et de zones plus finement stratifiées à pâte calcaire ou faiblement marneuse. Les petits bancs, d'aspect boudiné sur la tranche, épais de 1 à 2 cm en moyenne, sont séparés par des pellicules schisteuses ondulées verdâtres ou sombres, à patine jaune ou ocre. La patine de l'ensemble est gris à gris foncé. Ces calcaires vermiculés sont peu fossilifères et ce n'est qu'à la base que la faune y est concentrée dans de minces lits.

Cet ensemble lithologique, encadré par deux niveaux dolomitiques, est un bon repère du Virglorien inférieur; il est constitué par ce que nous appellerons les «*Calcaires vermiculés vrais*». Ce niveau est l'homologue probable de la base du Wellenkalk germanique . . . . . 25 m

Le contact supérieur est très franc avec un ensemble dolomitique puissant de 8 à 9 mètres qui se compose comme suit:

7. – Banc de 1 mètre à pâte dolomitique très fine, gris-clair et à patine jaune à jaune-ocre; ce banc, très constant dans l'écaille du Mont d'Or, est un très bon repère lithologique; vue de loin, sa teinte claire contraste avec la patine sombre des calcaires vermiculés. Il peut se différencier du premier niveau dolomitique D_1, qu'il rappelle, par sa patine légèrement plus foncée, jaune, rouillée; cette couleur est due à l'oxydation du carbonate ferreux très finement disséminé dans la pâte; la surface d'altération est hâchée par un quadrillage déprimé de veines de calcites; l'aspect velouté

de la patine est due à l'assemblage des cristaux microscopiques de dolomite mis en relief par l'altération. Ce banc se distingue aussi des bancs dolomitiques D_1 par son association avec une série dolomitique plus épaisse, contenant des brèches intraformationnelles 1 m

8. – Banc dolomitique de patine claire, divisé en sa partie médiane par une zone schisteuse à plaquettes dolomitiques, épaisse de 10 à 15 cm; la limite supérieure sur la photo (fig. 2) (stratigraphiquement inférieure) se distingue par une ondulation asymétrique dont la formation peut s'expliquer par l'action des courants ayant érodé le banc dolomitique sur lequel sont venus se déposer ces schistes dolomitiques; les ondulations s'atténuent rapidement et la limite inférieure est pratiquement rectiligne. Cet exemple est un des très rares arguments sédimentologiques observés permettant de démontrer la position renversée de la série du Mont d'Or. (R. Shrock, 1948) . . . . . 1 m

Fig. 2. Couches sédimentaires démontrant la position renversée de la série du Mont d'Or

9. – Zone plus tendre, déprimée, constituée par des bancs dolomitiques épais de 5 à 20 cm, séparés par de minces feuillets argileux, légèrement micacés et finement mouchetés de pyrite. La surface sombre ou gris-bleuté de certains bancs est ornée de ripple-marks réguliers et serrés. Ce mode de sédimentation détritique est très local, ce niveau est lenticulaire . . . . . 1 à 1,5 m

10. – Un mince banc de calcaires vermiculés noirs, contient de magnifiques empreintes de pieds de bœufs. Voir les explications sous chiffre 4, ci-dessus (fig. 1). . . . . 0,3 à 0,4 m

11. – Dolomie à pâte gris-claire, fine à saccharoïde, à patine beige-clair, bien litée en bancs de 10 à 50 cm. Les premiers bancs de cette série dolomitique sont séparés par quelques minces lits de brèches dolomitiques, de 5 à 10 cm. Les éléments de cette brèche intraformationnelle sont anguleux, de pâte de même couleur ou plus foncée que le ciment, et de patine généralement plus claire, jaune; ces éléments, sur la surface desquels une stratification est parfois bien visible, sont orientés en tous sens. La régularité de ces bancs de brèche, leur grande extension latérale et leur présence dans un milieu de sédimentation relativement tranquille sont frappants (fig. 3). Elles ont été observées par A. JEANNET

Fig. 3. Brèches intraformationnelles du Virglorien inférieur

et F. RABOWSKI (1921) au Seehorn, par J. DEBELMAS (1952-1955) dans les calcaires noriens du Briançonnais, par F. ELLENBERGER (1958) dans un niveau parallèle du Virglorien de la Vanoise ainsi que dans les calcaires et dolomies ladiniens (p. 169), (le Ladinien supérieur du Mont d'Or en contient également), par E. GENGE (1958) dans le Trias supérieur de la digitation des Spillgerten et par d'autres auteurs encore. Les interprétations de ces brèches intraformationnelles sont multiples. L'explication de leur origine

donnée par E. Genge (p. 189 et 208) est séduisante et paraît bien s'appliquer au cas présent: « la genèse de ces brèches résulte à notre avis d'ébranlements sismiques qui accompagnaient vers la fin du Trias un soulèvement et un gauchissement général du substratum. Ces secousses rompaient l'équilibre instable existant au sein des sédiments encore mal consolidés et provoquaient des phénomènes de thixotropie différentielle: certaines couches redevenaient quasi fluides, d'autres n'étaient que brisées. Par leur mélange ces brèches naissaient sans glissement latéral notable des couches superposées». La formation de telles brèches au Virglorien déjà n'aurait été que les prémices de mouvements plus généralisés vers la fin du Trias. . . . . 4–5 m

Le contact de cette série dolomitique avec un complexe massif puissant d'une douzaine de mètres est bien tranché; ce dernier formé de calcaires noirs à patine grise à gris-clair peut se subdiviser comme suit (12 à 14):

12. – Ces calcaires débutent par une récurrence du faciès vermiculé . . 1 m

13. – C'est au début du banc suivant que l'on trouve quelques gastéropodes disséminés dans la pâte; leur extraction à l'acide est aisée et nous avont pu déterminer: *Neritaria* cf. *prior* E. Picard. Quelques décimètres après, les calcaires recèlent un niveau riche en algues, niveau qui est à paralléliser avec celui que F. Ellenberger a dénommé « niveau à *Oligoporelles* »; celles-ci se concentrent dans une bande épaisse de quelques centimètres seulement et ne se retrouvent, isolées, guère au-delà de 1 m de cette zone. Cette nouvelle espèce a été l'objet d'une étude approfondie dont les résultats sont rassemblés dans le chapitre traitant des algues (p. 57); je lui ai attribué le nouveau nom: *Anisoporella occidentalis* gen. et sp. nov. C'est à Dorchaux que j'ai recueilli les meilleurs échantillons . . . . . 1 m

14. – Au-dessus du niveau à *Anisoporelles*, le complexe des calcaires noirs est stérile. Mais c'est au sommet de ce niveau qu'il faut rattacher le gisement fossilifère qui se trouve 600 m au NE de l'étable de Dorchaux (cote 1914), à l'extrémité SE d'une faille, à l'altitude 1790 environ; ce gisement particulièrement riche en gastéropodes et lamellibranches, avec quelques *Dentales*, bordé par les éboulis, doit être situé stratigraphiquement une dizaine de mètres au-dessus de la limite supérieure de l'ensemble dolomitique D_2. La description de la faune est donnée à la page 68 10 m

15. – Encadré par des calcaires massifs, le complexe suivant est un repère lithologique bien marqué dans les coupes naturelles de l'Ecuale et de Dorchaux (Voir panoramas, pl. IX et X). Il est formé par des petits bancs bien lités, de 10 à 30 cm, de pâte identique aux calcaires précédents, à séparations ondulées du type vermiculé; il renferme par endroits de curieux accidents dolomitiques clairs en relief, de forme lenticulaire; sur la tranche, ils

se présentent sous la forme de fuseaux longs de 1 à 2 mm; aucune structure rappelant une origine organique n'est visible en coupes minces; la dolomie épigénétique s'est cristallisée en grandes plages engrenées les unes dans les autres. Ces minuscules lentilles auraient été désignées sous le nom de « *Bactryllium keuperinum* »; il semble que ces prétendus organismes soient des pseudomorphoses de cristaux isolés de gypse (Ellenberger p. 160). Des échantillons, récoltés par F. Rabowski au Diemtigtal et déposés au Musée de Lausanne, contiennent des formes identiques attribuées avec doute à des algues. J'ai retrouvé ces formes cristallisées en dolomie blanche dans les calcaires du Ladinien supérieur . . . . . 5 m

16. – Calcaires gris en bancs plus massifs de pâte fine, sombre, à veines dolomitiques jaunes parallèles à la stratification; cet ensemble passe insensiblement à 17 . . . . . 7-8 m

17. – Calcaires à pâte plus grenue à finement spathique; ils contiennent des débris dolomitiques d'origine organique difficilement identifiables; dans les éboulis provenant de cette formation, j'ai récolté quelques Dentales certains, mais mal conservés; ils sont associés à de rares lamellibranches indéterminables. Le niveau à Dentales a cependant été repéré en place, stratigraphiquement une vingtaine de mètres environ au-dessus du gisement fossilifère situé au NE de Dorchaux. Les Dentales sont répartis sporadiquement en nids, dans un banc légèrement dolomitique, de patine un peu plus claire. Quelques exemplaires bien conservés permettent de les attribuer à l'espèce *Entalis torquata* V. Schl. sp. Ce niveau contient encore de rares lamellibranches bien dolomitisés du type *Nucula* et *Cardium*, mais très difficiles à dégager au burin, ainsi que les Dentales, car ils apparaissent à la surface de bancs compacts et très durs . . . . . 5 m

18. – Calcaire massif à pâte grenue, spathique, à granules noirâtres qui ne montrent jamais la structure concentrique caractéristique des véritables oolithes; ces grumeaux ou débris calcaires roulés ont pour la plupart été épigénisés par la dolomie.

Le Virglorien de la Vanoise, les klippes du Rübli-Gummfluh et du Diemtigtal possèdent également un niveau à granules pseudoolitiques dans une position semblable à celui du Virglorien du Mont d'Or.

A quelques endroits, une sédimentation entrecroisée de fins granules dolomitiques est visible, mais elle est peu apparente . 6 m

19. – Des calcaires mieux lités, à pâte foncée, fine, constituent un ensemble banal de 7 m. environ. Ce niveau se distingue encore par la présence d'un banc dolomitique à patine jaune foncé qui permet d'estimer les rejets de petites failles qui l'affectent . . . . . 7 m

20. – Gros banc de calcaires massifs, identiques aux précédents formant un éperon saillant. Quelques passées plus grenues à Physo-

porelles annoncent la proximité du niveau riche en algues. La pâte devient par place pseudoolitique et renferme des débris indéterminables de bryozoaires, de Solenopores et quelques petits foraminifères spécifiquement indéterminables (*Trochamina* sp., *Glomospira* sp., *Textularia* sp., *Trochaminoïdes* (?), *Nubecularia* (?) 4 m

21. - Petit banc dolomitique très déprimé se débitant facilement en petits parallélipipèdes; la patine est foncée, grise; la pâte très claire, beige, est tachetée de minuscules bâtonnets noirs, d'origine organique probable (*Bactryllium* ?). . . . . 0,25 m

22. - Gros banc contenant dans sa première moitié une grande concentration d'algues, particulièrement denses sur une tranche de 10 cm. Les manchons de ces différentes espèces (*Physoporella prealpina* v. Pia, *Ph. minutula* v. Pia, *Diplopora annulatissima* v. Pia, *D. Helvetica* v. Pia, *Macroporella* sp. cf. *alpina* v. Pia, *Teutloporella* sp. cf. *triasina Schauroth*, *Girvanella* (?) sp.) sont tous dolomitisés et apparaissent en relief avec une teinte claire sur un fond gris. La roche est détritique ainsi que l'atteste la présence d'éléments de calcaires oolithiques remaniés, de débris d'algues etc.; le transport est probablement faible, le remaniement est dû à l'action des vagues ou éventuellement de courants. Les gastéropodes sont pratiquement absents dans ce niveau, ce qui n'est pas le cas pour le niveau à *Anisoporelles*. En plaques minces j'ai reconnu un petit gastéropode pouvant s'apparenter à *Protercula* (?) cf. *lissotropsis* sp. E. Picard . . . . . 2,5 m

23. – Banc dolomitique identique à 21 traçant également dans la paroi une bande déprimée; la patine grise laisse supposer que la dolomite n'est pas accompagnée par le carbonate ferreux, comme c'est le cas pour la plupart des bancs dolomitiques . . . . . 0,3 m

24. – Banc de faciès spécial accompagnant toujours le niveau à *Physoporelles*; même si celles-ci sont rares ou absentes, il constitue un précieux niveau repère, à cause de son allure typique; c'est le cas à Dorchaux, par exemple, au pied de la paroi, à la cote 1830 environ. La pâte calcaire contient une forte proportion de dolomie irrégulièrement répartie; cette ségrégation dolomitique apparaît en surface en rognons de formes quelconques (voir Ellenberger 1958, Pl. 19, fig. 1). Ce banc là est presque stérile, à part quelques gastéropodes isolés, (*Omphaloptycha* sp. cf. *gregaria* V. Schl. sp.) et les foraminifères déjà cités . . . . . 25 m

25. - Le banc suivant, également bien délimité comprend dans sa partie supérieure une zone lumachellique de 10 cm extrêmement riche en brachiopodes; leurs tests, bien que dolomitisés, sont très minces et fragiles, difficiles à extraire de leur gangue. Les espèces identifiées sont

Spiriferina fragilis V. Schl. sp.
Coenothysis cf. *vulgaris* sp. V. Schl.

Ils sont souvent associés à des formes d'aspect cylindrique, aux parois épaisses, perforées de canaux s'élargissant vers l'extérieur. Quelques sections en coupes minces les font attribuer aux algues du genre *Macroporella* sp. aff. *alpina* v. Pia et ne sauraient être assimilées à des bryozoaires malgré une certaine analogie de structure. (Pl. V, 3 et pl. VII, 2).

L'aspect spathique de la roche à la cassure est dû en partie aux articles d'encrines appartenant probablement à l'espèce *Encrinus* cf. *liliiformis* Goldf., largement répandue dans le Muschelkalk germanique et alpin.

Cette lumachelle à brachiopodes n'a été observée que dans la coupe du Cirque de l'Ecuale où elle se suit sur une cinquantaine de mètres . . . . . 1,50 m

26. – Des calcaires oolithiques dont l'extension latérale est constante et étendue forment les premiers bancs d'un ensemble passant progressivement à des calcaires plus massifs à pâte plus fine (27), sporadiquement oolithiques . . . . . 5 m

27. – 4 à 5 mètres avant l'apparition des premiers rognons de silex, le faciès grossièrement spathique se renouvelle; dans la coupe de l'Ecuale, il est escamoté par une faille, mais s'observe bien au sommet 2,042, 300 m au nord de l'étable de Dorchaux, et également en d'autres points. Les articles de crinoïdes sont nombreux et de fortes taille, associés à des oolithes; l'accroissement concentrique de ces dernières, à pâte calcaire foncée, n'est presque pas visible. Elles sont estompées ou partiellement effacées par une recristallisation; leur forme n'est pas toujours ovoïde, mais parfois très allongée, en boudin (voir E. Genge, Pl. I, fig. 4).

Le niveau à silex est annoncé par de curieuses incrustations en forme de polypiers ou d'éponges; mais ce n'est qu'une apparence; en tout cas il est impossible d'attribuer avec certitude une origine organique à ces corps recristallisés; quelques moules de gastéropodes silicifiés les accompagnent. La silice s'est aussi déposée en minces couches finement concrétionnées dont l'aspect général peut également faire penser à des colonies de polypiers. Ces croûtes siliceuses, après altération se présentent comme une espèce de réseau à mailles polygonales; on les voit à Dorchaux, ornant la surface d'une couche, au-dessus du niveau à silex. Des échantillons récoltés à d'autres endroits m'inclinent à croire que ces formes résultent d'actions physico-chimiques; environ 600 m au NNE de l'étable de Dorchaux, près du point coté 1984, après le niveau à silex (topographiquement au-dessous), les mêmes concrétions esquissent dans l'ensemble la forme plus ou moins ovoïde des silex, dont elles ne sont que l'ébauche; elles représentent un stade transitoire de la formation de ces silex.

Dans les blocs éboulés provenant des assises précédant le niveau à silex, j'ai reconnu, après attaque à l'acide acétique, les espèces suivantes:

Palaeonucula aff. *goldfussi* V. Alb. sp.
Brevinucula cf. *subaequilatera* Schafh.,
Cruratula sp. cf. *carinthiaca* Roth. et
Aulacothyris sp. aff. *angusta* Schloth. . . . . 7 m

28. – Ce niveau débute d'une manière assez franche par des silex en général bien développés en forme de rognons ou de galettes; ils sont légèrement poreux en surface, rugueux au toucher; leur patine est beige à brune, la pâte très fine est brune, foncée, d'un éclat terne. Quelques-uns montrent un stade de formation moins avancé, précédant celui des silex accomplis: le rognon est limité par une mince enveloppe (1 à 2 mm) de silice de texture très fine à l'intérieur de laquelle ont cristallisés la calcite en association avec des cristaux rhomboèdriques de dolomite et de la silice en petits amas diffus, le tout en couches concentriques; le centre est occupé par un noyau foncé présentant un maximum de concentration de calcédoine. La taille moyenne de ces silex est de 5 à 10 cm, mais elle peut atteindre plusieurs décimètres.

C'est à Dorchaux, (voir panorama pl. X.) à l'angle inférieur de la grande paroi (cote 1820) que le niveau à silex présente le maximum de développement, suivant une coupe perpendiculaire; il débute par une série de rognons serrés, alignés en chaînes, sur 4 ou 5 plans parallèles, sur une bande large de 1 m environ; ce niveau se poursuit par une deuxième série de silex moins bien développés, plus espacés et disséminés sur une épaisseur de 1 à 2 mètres. De minces lits siliceux épais de 1 à 2 mm, en zones parallèles plus ou moins serrées et discontinues trahissent la proximité du niveau à rognons silicieux jusqu'à une distance de 7 à 8 m des premiers silex.

La pâte de la roche est fine à grenue, parfois oolithique et légèrement spathique . . . . . 2 à 3 m

29. – Les calcaires qui font suite au niveau à silex qui, d'ailleurs, est englobé dans ce complexe massif en gros bancs peu distincts, possèdent une pâte plutôt claire, grise, généralement grenue ou oolithique, parfois fine, de patine gris-bleuté rappelant celle du Malm 12 m

30. – La masse des calcaires du Virglorien supérieur se termine par un ensemble mieux lité. A Dorchaux, où il se distingue bien du complexe précédent, il prend l'aspect noduleux à cloisons dolomitiques, typiques des calcaires vermiculés; la pâte, plus foncée, renferme de rares Dentales; j'y ai également remarqué quelques sections de brachiopodes. Ce niveau est l'équivalent des *calcaires de St-Triphon* qui ont fourni, à la carrière des Etrives, une riche faune de brachiopodes . . . . . 10 m

31. – Un banc massif de calcaires dolomitiques indique le début d'une série franchement dolomitique . . . . . 2,50 m
32. – Ensemble dolomitique qui, à l'Ecuale, marque, par sa couleur jaune-clair, la séparation entre le Virglorien et le Ladinien; il est assez variable dans le détail, composé par une alternance de dolomies fines, claires et de calcaires dolomitiques de pâte sombre, en bancs épais et en zones mieux litées à séparations dolomitiques noduleuses, ondulées, rappelant le faciès vermiculé . . . . . 20 m
33. – Calcaires francs, de pâte grise et de patine claire, en gros bancs, bien lités; ils sont adossés à une puissante masse de calcaires noirs formant une haute paroi.

Cette coupe stratigraphique n'a pas été poursuivie au Cirque de l'Ecuale à cause des complications tectoniques qui doublent la série virglorienne.

II. Coupe des Anteinettes

Une première coupe stratigraphique avait été établie à l'E de la Pierre du Moëllé, en montant le long du couloir qui s'est avéré être le plan de faille limitant les «écailles inférieure et intermédiaire», jusqu'à la crête, au N du point 2138. La masse des calcaires noirs du Ladinien y est d'une monotonie très décevante, tant par l'absence de faune et de flore que par le manque de niveaux lithologiques repères.

Par contre, la coupe des Anteinettes, plus complète, montre une lithologie plus variée, due à l'alternance des calcaires gris-noirâtres et des bancs dolomitiques à patine jaune. C'est la seule coupe naturelle qui permette l'étude relativement aisée du Trias moyen et supérieur de l'écaille du Mont d'Or, avec celle de l'arête SE en partant de la Pierre du Moëllé. Elle a été étudiée en montant depuis les Anteinettes-d'en-Haut, du point 1'679,1, jusqu'à la crête, au point 1'984, en passant par l'étroit couloir qui alimente activement un large cône d'éboulis. Pour avoir une vue chronologique de la sédimentation, nous décrivons cette coupe de haut en bas, la série étant renversée (voir tableau stratigraphique, pl. VIII, N° 28 à 41).

N°		Epaisseurs
28.	– Niveau à silex	1-2 m
29.	– Calcaires massifs, gris, pâte finement grenue.	5 m
30.	– Banc dolomitique à patine jaune déterminant une petite vire; une faille à faible rejet passe le long de ce couloir peu accessible	0,5 m
31.	- Calcaires massifs, à pâte grise, grenue spathique par endroits. .	17 m
32.	– Banc plus ou moins dolomitique, massif, à patine jaune clair; il termine une série massive homogène, soulignée par plusieurs niveaux dolomitiques finement stratifiés qui déterminent une vire.	2 m
33.	– Dolomies finement litées en bancs de 2 à 5 cm à pâte foncée et patine jaune-ocre	4 m
34.	– Calcaires dolomitiques sombres à patine gris-clair délités en bancs de 5 à 20 cm	2 m
35.	– Banc massif de pâte identique au précédent	2 m

36. – Dolomies très bien litées en bancs de 5 à 10 cm, à pâte sombre et patine vivement colorée en jaune-ocre à roussâtre . . . . . 5 m

37. – Cornieule, également colorée en jaune-orangé. . . . . 1 m

C'est le seul endroit où j'ai pu atteindre ce niveau de cornieule. Ailleurs, il affleure dans des parois inaccessibles; mais on peut le suivre de loin à la jumelle, ou sur les photos aériennes, sur le tronçon compris entre ce couloir et Dorchaux, où il est marqué par une légère dépression. Ce niveau a été désigné sous le nom de «Cornieules moyennes». E. Andrau (1929) a signalé, dans sa coupe du Mont d'Or (fig. 2, N° 10, p. 34), près du sommet, un complexe de calcaires dolomitiques de 25 m au milieu duquel passe une bande jaunâtre de dolomie cornieulisée passant parfois à une cornieule; c'est, sans aucun doute, notre niveau dolomitique D_3 appartenant à l'«écaille supérieure».

38. – Dolomies identiques à 36, aussi litées en petits bancs, à séparations ferrugineuses rougeâtre . . . . . 4 m

39. – Calcaires dolomitiques plus massifs de pâte sombre . . . . . 2 m

40. – Calcaires dolomitiques en bancs bien lités de 0,5 à 1 m, de patine claire, jaunâtre; ces bancs présentent en surface des concrétions dolomitiques en saillies rappelant les rognons de silex, mais celles-ci sont de nature différente et beaucoup moins bien individualisées que ces derniers. J'ai observé ce même faciès à rognons dolomitiques, à l'Ecuale, au pied de la grande paroi, à la cote 1920 environ; là, les rognons, de patine jaune, plus clairs que la roche encaissante, atteignent 1m de long et une épaisseur de 10 cm . . . . . 5 m

41. – Ensemble de calcaires massifs, de pâte et de patine gris-clair . 8 m

42. Calcaires identiques aux précédents, bien lités en bancs de 10 à 20 cm . . . . . 5 m

43. – Calcaires massifs plus ou moins bien lités, de pâte variable, alternativement gris-clair et noirs; la patine est brune à jaunâtre . 10 m

44. – Complexe de calcaires gris-clair à patine beige-clair, en bancs de 10 à 50 cm, comprenant plusieurs bancs dolomitiques à patine jaune 20 m

45. Calcaires noirs à pâte fine, patine grise, en bancs variables; ils sont limités à leur partie supérieure par une zone d'écrasement . 20 m

46. – Calcaires bien lités en bancs de 5 à 20 cm, de pâte fine, très claire; les premiers bancs sont plus grenus, d'aspect sableux . . 3 m

47. – Calcaires massifs de pâte foncée, fine, où s'individualise une succession de zones grenues, d'aspect sableux; ces délits de gravillons dolomitiques confèrent à la roche un aspect cloisonné . . 6 m

48. Alternance de calcaires massifs et de zones bien litées, en bancs de 10 à 20 cm; la pâte est généralement fine, gris-sombre à noirâtre. . . . . 80 m

49. – Dolomies blondes, cendrées, pulvérulentes au choc, de patine grise à beige-clair. Les bancs, toujours nets, sont d'épaisseur variable,

allant de quelques centimètres à 2 m. J'ai désigné cet ensemble sous le nom de «Dolomies supérieures» . . . . . 100 m

50. – «Cornieules supérieures»: ce sont des cornieules banales dérivant de la transformation des calcaires dolomitiques . . . . . 50 à 70 m

Elles sont en contact tectonique avec le Flysch.

Sur l'arête qui s'élève au S de Charbonnière en direction de la paroi jusqu'au point 1'823, le passage progressif des dolomies à la cornieule s'observe très bien.

III. Coupe de l'arête Pierre du Moëllé—Mont d'Or

La partie supérieure de cette coupe offre une plus grande diversité de faciès que la précédente et son analogie avec les coupes de la Grande-Eau est intéressante.

Pour respecter l'ordre chronologique des dépôts, nous décrirons également cette coupe renversée en descendant l'arête, bien que les observations sur le terrain soient plus aisées à faire en remontant la pente.

N° Epaisseurs

48. – La grande masse des calcaires noirs à pâte fine est limitée sur l'arête à l'altitude 1950 environ; c'est la partie terminale de cette série qui a fourni *Diplopora uniserialis* v. Pia, algues qui constituent le troisième niveau à Diploporidées du Ladinien supérieur (voir p. 65).

49. – Le passage aux «Dolomies supérieures» est progressif et se fait par l'intermédiaire de dolomies et de calcaires en bancs zonés: les dolomies, à patine jaunâtre caractéristique, alternent avec des bancs de calcaires noirs à lits de débris dolomitiques parmi lesquels on peut reconnaître, avec beaucoup d'attention, des fragments de gastéropodes. La surface de ces bancs à pâte sombre est légèrement vermiculée; les bancs dolomitiques, de 1 à 2 m, sont bien lités et se débitent facilement en parallélipipèdes . . . . . 10 m

50. – Série débutant par de gros bancs massifs de 1 à 2 m, sur 10 à 15 m, puis les bancs, toujours très bien lités, diminuent d'épaisseur et atteignent 0,05 m à 0,20 m en moyenne; la pâte, gris-clair, essentiellement dolomitique, est souvent veinée de calcite; quelques-uns de ces bancs dolomitiques contiennent des brèches intraformationnelles typiques, analogues à celles du niveau 11. Elles ne doivent pas être confondues avec les brèches de pente qui recouvrent la partie terminale de ces «dolomies supérieures» . . . . . 50 m

51. – Nouvelle alternance de calcaires noirs légèrement dolomitiques, en bancs de 5 à 20 cm et de dolomies marneuses de patine jaune-verdâtre, se débitant en plaquettes de 1 à 2 cm. Les calcaires renferment des passées plus grenues de débris dolomitiques avec quelques gastéropodes mal conservés, à angle apical très aigu (Pl. II, 12). Ces calcaires, sur la surface desquels j'ai reconnu de vagues débris annulaires, pourraient également contenir des Diplopores 8 m

52. – Les dolomies se poursuivent en bancs bien lités, formant un ensemble homogène; la pâte, claire, est finement grenue ou saccharroïde, pulvérulente au choc du marteau; la patine est beige à brunâtre.
Epaisseur visible . . . . . 15 m
Epaisseur évaluée . . . . . 50 m

Sur le versant N de l'arête, entre les cotes 1770 et 1785 environ, affleurent, au fond d'une petite ravine, les dernières assises appartenant à l'écaille du Mont d'Or ss. L'affleurement, en partie recouvert par des dépôts superficiels a dû être dégagé en creusant une petite tranchée. De haut en bas:

53. – Cornieule jaune-ocre bourrée de schistes verts au contact de ces derniers.
Epaisseur visible quelques mètres.

54. – Schistes verts lardés de minces délits de dolomies pulvérulentes 3 à 4 m

55. – Dolomies blondes pulvérulentes . . . . . 4 à 5 m

Ce niveau, attribué avec réserve au Norien est très probablement incomplet.

Le contact avec le gypse (ultrahelvétique) rubanné gris et blanc (visible sur une épaisseur de 4 à 5 m) se fait par l'intermédiaire d'une zone broyée composée de schistes noirs et de gypse pur rose et blanc, recristallisé en veines interstratifiées. Les épaisseurs de ces quelques niveaux sont difficiles à estimer car l'affleurement est discontinu, et, de surcroit, toute cette série a été fortement comprimée.

IV. Ecaille de Chaudet

Cet affleurement apparaît au NE de Chaudet principalement dans une ravine creusée dans la moraine qui couvre le pied SE du Mont d'Or; au S de cette ravine, la stratification en dépit d'un diaclasage intense, montre un pendage vertical tandis qu'au N de celle-ci les couches plongent de 60 à 70 degrés à l'WNW. Dès la cote 1690, l'affleurement débute par:

N°		Epaisseurs
1°	Schistes noirs d'aspect charbonneux, à surfaces listriques à lentilles de dolomie blonde pulvérulente. Epaisseur visible	1 à 2 m
2°	Calcaires noirs fins, relativement massifs, en bancs de 10 à 40 cm; ce niveau contient un mince lit lumachellique de quelques centimètres; après l'attaque à l'acide, des débris de coquilles faiblement dolomitisées m'ont permis de reconstituer d'après plusieurs fragments un fossile ayant de nettes affinités avec *Myophoria* cf. *goldfussi* v. Alb. (Pl. II, 13)	7 à 8 m
3°	Cette série passe à son sommet à une zone dolomitique grenue de gravillons dolomitiques à structure entrecroisée	2 m
4°	Passage franc à des calcaires à entroques, clairs; ce niveau renferme un banc très riche en gros articles d'encrines, à section	

circulaire (⌀ 6 à 8 mm) dont la structure réticulée est bien visible au microscope. Ce sont, très probablement des tiges et pièces calicinales d'*Encrinus liliiformis* Goldf. . . . . 3 m

5° Banc dolomitique jaunâtre recoupé en tous sens par des veines de calcite . . . . . 2 m

6° Passage rapide à une cornieule d'un faciès inusité au Mont d'Or; le niveau de base est constitué par une brèche polygénique à éléments de calcaire dolomitique anguleux, corrodés en surface en alvéoles quadrangulaires, d'une manière caractéristique; ces blocs atteignent 10 cm. Les autres éléments, plus petits, sont des quartz roses ou blancs, des grès glauconnieux, des schistes verts talqueux et des calcaires gris ou noirs, tous plus ou moins roulés. Le ciment est dolomitique, teinté en ocre à l'altération. On peut remarquer à la base une stratification grossière. Elle passe vers le haut à une cornieule massive, banale. Epaisseur visible . . . . . plus de 6 m

D'après ce qui précède on voit que cet ensemble ne peut être rattaché à la base de la série virglorienne susjacente, pour 4 raisons: 1° présence de *Myophoria* cf. *goldfussi* v. Alb. d'âge Ladinien supérieur généralement admis. 2° présence d'*Encrinus liliiformis*, également plus jeune. 3° faciès différent de la cornieule. 4° au-dessous des «Cornieules inférieures» du Werfénien on ne retrouve pas de calcaires noirs.

L'âge probable de cet ensemble est donc Ladinien supérieur-Carnien. Il faut cependant admettre l'éventualité d'un contact anormal entre les calcaires et les cornieules bréchiques qui pourraient être rattachées à l'Ultrahelvetique.

Par son faciès nettement différent de celui de l'écaille du Mont d'Or, l'écaille de Chaudet semble provenir d'un bassin sédimentaire éloigné; elle se rattache peut-être à une zone plus radicale, ou éventuellement ultrahelvétique.

Résumé stratigraphique de la coupe du Mont d'Or

		Epaisseurs
Werfénien		
1–2	Dolomies et «Cornieules inférieures»	5–10 m
Virglorien inférieur		
3	Dolomies inférieures	10–15 m
4	Bancs dolomitiques à patine jaune (D_1)	2 m
5–6	Calcaires vermiculés (*Neritaria* cf. *prior*; à la base: *Dadocrinus* cf. *gracilis*)	25 m
7–11	Niveau dolomitique à patine jaune (D_2 = 1,2 m) et dolomies à brèches intraformationnelles	8 m
Virglorien moyen		
12–21	*Zone de calcaires foncés à pâte fine*	50 m
13	Premier niveau à Diploporidées (*Anisoporella occidentalis* gen. nov., sp. nov., *Worthenia* nov. sp. Ell., *Neritaria* cf. *prior*) à 2 m du niveau précédent	

14	Horizon fossilière à faune variée, disposée en nids, à 10 m du précédent (*Worthenia hausmanni*, W. sp., *Omphaloptycha* cf. *gregaria*, *O.* cf. *pyramidata*, *O.* cf. *stotteri*, *Loxonema* cf. *lommeli*, *Cryptonerita* (?) nov. sp., *Euomphalus* nov. sp., *Protercula* cf. *lissotropsis* ?, *Palaeonucula* sp. aff. *rotunda*, *Myophoria* aff. *elegans*, *Cassianella* nov. sp.).	
16	Horizon à *Worthenia hausmanni* et *Entalis torquata*, disposés en nids; lamellibranches disséminés; à 10–15 m du précédent.	
18	Calcaire à granules dolomitiques pseudoolithiques.	
Virglorien supérieur		
22–30	*Zone de calcaires variables, oolithiques et spathiques*	50 m
22	Deuxième niveau à Diploporidées (*Physoporella prealpina*, Ph. *minutula*, *Diplopora annulatissima*, *D. helvetica*, *Teutloporella* sp.); ce niveau est associé à un faciès particulier à concrétions dolomitiques	5 m
25	Niveau à Brachiopodes (*Spiriferina fragilis*, *Terebratula vulgaris*; *Macroporella* sp. cf. *alpina*; *Nucula* sp., *Umbonium* ou *Adaeorbis* sp. (?); 0,2 m, au sommet du précédent.	
26–27	Calcaires oolithiques et niveau à encrines (*Encrinus* cf. *liliiformis*) et brachiopodes (*Cruratula carinthiaca*, *Aulacothyris angusta*); à 5 m du niveau à silex	12–15 m
28	Niveau à silex	2–3 m
29–31	Calcaires massifs et «calcaires de St-Triphon» (= niv. à *Spirigera trigonella* et *Spiriferina fragilis*	22 m
32–36	Calcaires dolomitiques, schistes et dolomies à patine jaune (D_3)	10 m
37	Cornieules moyennes	1 m
Ladinien		
38–40	Schistes et dolomies à patine jaune	10 m
41–48	Calcaires foncés et bancs dolomitiques fins à patine jaune .	150 m
—	Troisième niveau à Diploporidées (*Diplopora uniserialis*), au sommet des précédents.	
49–52	Dolomies supérieures (env. 120 m).	
49	Dolomies et calcaires noirs en bancs zonés	10 m
50	Dolomies bien litées à patine brunâtre et brèches intraformationnelles	50 m
51	Calcaires noirs et dolomies marneuses en bancs zonés . . .	10 m
52	Dolomies bien litées à patine brunâtre; 15 m visibles, épaisseur évaluée à	50 m
	Ecaille de Chaudet: Ladinien supérieur: niveau à *Myophoria* cf. *goldfussi* et niveau à *Encrinus liliiformis*.	
Carnien ou Raibl (?)		
53	Cornieules supérieures; épaisseur évaluée, sauf complications tectoniques à	50–70 m
	Ecaille de Chaudet: cornieule à brèche polygénique.	

Norien (?)

54–55 Dolomies et marnes vertes; épaisseur visible. . . . . 5–6 m
Ce niveau est très probablement incomplet; dans la Grande Eau il atteint 150 m.

— Contact tectonique avec le gypse et le Flysch ultrahelvétiques.

V. Coupe de la Dalle de Tréveneuse (Rive gauche du Rhône)

En novembre 1959, mon directeur de thèse, le professeur H. Badoux, m'a proposé de refaire en sa compagnie la coupe du Virglorien de la *Dalle de Tréveneuse*; je le remercie vivement de m'avoir communiqué ses notes qui me permettront de faire des comparaisons utiles entre cette série et celle du Mont d'Or.

L'Anisien

La meilleure coupe de cet étage ne se trouve pas dans le Châble-Croix, mais dans un couloir qui y aboutit et se dirige, coupé de parois, vers le départ du téléphérique servant aux transport des bois de Pley à la plaine.

Les niveaux les plus anciens sont visibles dans la carrière ouverte vers l'extrémité S du bassin de la pisciculture. Ils plongent vers le N de 45° environ. Dans l'ordre de superposition (voir fig. 4), on trouve:

1. – 20 à 30 m de calcaires dolomitiques blancs avec à la base un mince banc de dolomie jaune (équivalent de D_2) surmontés par

2–3. – un banc de 8 m environ de calcaires à patine bleu-violacé suivi d'une grosse épaisseur de calcaires sombres à grain fin qui occupe la partie septentrionale de la carrière. C'est le niveau 3 qui se poursuit dans le câble où il porte le N° 4. Le niveau 1 correspond aux couches dolomitiques qui, dans la zone de la Grande-Eau, recouvrent directement les «calcaires vermiculés» de la base de l'Anisien. Le sommet du niveau 1 et le niveau 2 correspondent à la zone à *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp.

Il n'y a pas de continuité entre les affleurements de la carrière et ceux du reste de la coupe. Pour la poursuivre, il faut gravir le cône d'éboulis du Châble-Croix sur sa rive droite. A la cote 435 m, les affleurements reprennent.

4. – Ce niveau épais d'environ 100 m, comprend des calcaires à pâte fine, sombre, plaquetés, ou en petits bancs où s'intercalent des zones vermiculées. Ces dernières sont faites de la même pâte que les calcaires lités qui les encadrent, mais présentent des surfaces irrégulièrement ondulées, soulignées par des pellicules argileuses. Lorsque deux délits successifs entrent en contact, le petit banc calcaire intercalé est réduit à des rubans curieusement contournés, simulant des pistes d'où l'adjectif «vermiculé». Peu avant les éboulis, les bancs contiennent des granules dolomitiques pseudo-oolithiques, disséminés dans la pâte et apparaissent en surface sous la forme de petites perles blanches. Après quelques mètres d'éboulis, la coupe reprend:

5. – Ce niveau est caractérisé par des calcaires assez clairs, à patine bleutée dont la pâte est grenue et plus moins spathique. Il mesure 15 m environ de puissance et contient deux niveaux fossilifères: à sa base, celui à *Physoporella prealpina* v. Pia et 5 m plus haut celui à *Spiriferina fragilis* V. Schloth.

Entre les deux, le calcaire est coupé d'un banc dolomitique typique à accidents dolomitiques irréguliers, de formes quelconques.

6. Faisant suite au précédent, vient le niveau à silex, épais de 30 m. Dans les calcaires lités à la base, puis massifs, grenus et clairs, on note quatre niveaux à silex. Les 3 inférieurs montrent des accidents siliceux bruns ou blancs en lames, alors que le dernier, au sommet du niveau 6, est fait de silex arrondis.

7. Par dessus s'élève la paroi des «*Calcaires de St-Triphon*».

Ce sont des calcaires gris, à pâte sombre, grenus, spathiques ou à oolithes indistincts, en gros bancs massifs séparés par des délits grossièrement vermi-

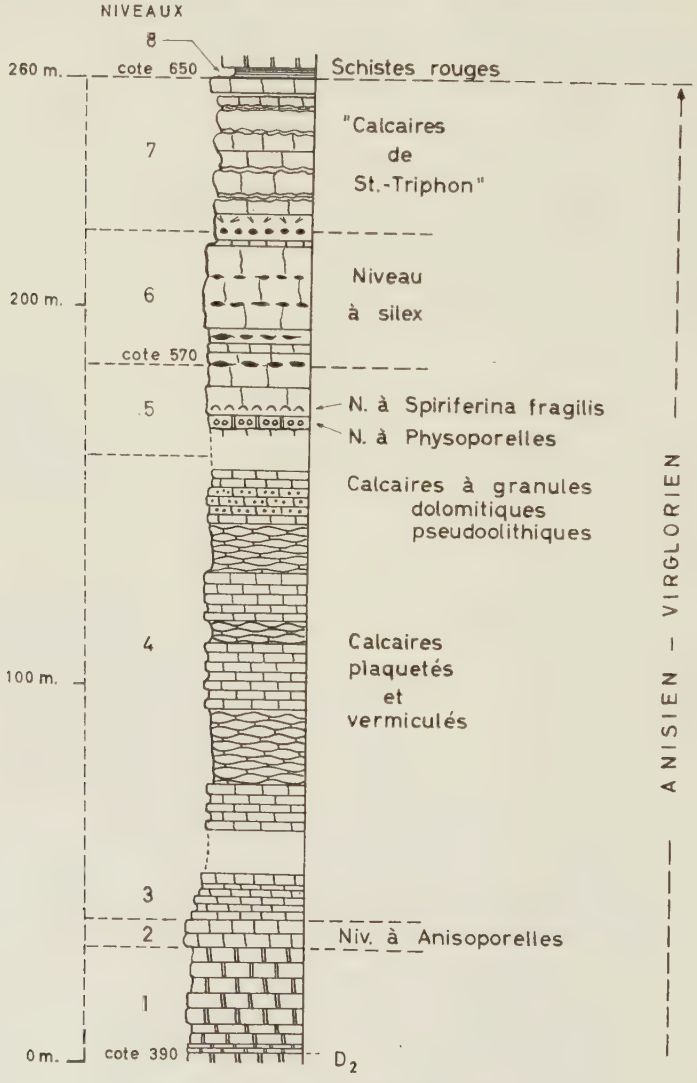


Fig. 4. Virglorien du Châble-Croix (Dalle de Tréveneuse).

culés ou à «pieds de bœufs». Vers la base du niveau, notons des sections de brachiopodes et de Dentales. Les «Calcaires de St-Triphon» qui mesurent 40 m d'épaisseur deviennent vers le haut bien lités, parfois dolomitiques et les délits vermiculés plus nombreux.

C'est le sommet de l'Anisien. Dessus arrivent des calcaires et schistes dolomitiques roses ou violacés, puis les dolomies sombres du Ladinien.

Cette coupe est en parfait accord avec celle du Mont d'Or; elle est plus puissante, mais nettement moins fossilifère.

Le Ladinien

Cet étage est beaucoup plus monotone que l'Anisien et son épaisseur est énorme, environ 650 m, soit plus du double de celle de ce dernier. Il est formé d'une alternance de grosses assises de calcaires et de dolomies. Les calcaires sont noirs, fétides, à surface rugueuse; les dolomies grossières, gris-sombres à la base, plus claires au sommet, qu'elles envahissent entièrement. C'est dans les calcaires noirs du Câble-Croix, à 200 m environ de la base de l'étage que M. Lugeon découvrit des *Diplopora uniserialis* v. Pia.

Dans la région de Tréveneuse, les Couches à Mytilus sont transgressives sur les dolomies claires. Il manque le sommet du Trias, le Keuper qui est par contre le seul étage du Trias participant aux Préalpes médianes plastiques.

C. NIVEAUX PALEONTOLOGIQUES

I. Etude des algues calcaires et leur répartition

A) *Méthode d'étude*

Les algues fossiles ont été l'objet d'études approfondies par J. Pia et c'est sur l'œuvre fondamentale de ce grand paléontologue que nous nous baserons pour définir les différentes espèces de Dasycladacées qui caractérisent le Trias des Préalpes radicales.

C'est surtout en lames minces que ces algues ont été étudiées. Cependant, cette méthode qui permet l'étude détaillée de leur structure (forme, dimensions, disposition des rameaux) ne donne pas directement la forme globale de l'algue. Elle a l'inconvénient de nécessiter un grand nombre de sections orientées en tous sens, pour permettre d'en reconstituer la forme.

Une autre méthode, jointe à cette dernière, a déjà été utilisée avec succès par deux géologues français, MM. F. Ellenberger et M. Lemoine. Elle consiste en une attaque à l'acide acétique dilué, ce qui permet de dégager les tests dolomitisés de leur gangue calcaire[2]) et de les étudier «in toto». Cette méthode s'est avérée également très utile et même indispensable non seulement pour l'étude des algues, mais aussi pour celle des nombreux gastéropodes, brachiopodes et lamellibranches contenus dans les calcaires dolomitiques du Virglorien. Ce mode d'extraction des fossiles permet de mettre en évidence des structures très fines, mais il doit être mené avec beaucoup de précautions à cause de la grande fragilité des tests souvent

[2]) C'est le cas le plus fréquent des différents gisements fossilifères du Mont d'Or.

imparfaitement dolomitisés et de leur relative solubilité dans l'acide; elle est moindre que celle du calcaire mais n'en existe pas moins.

Pour parer à ce dernier inconvénient, la partie dégagée du squelette est recouverte de paraffine. Le dégagement complet des tests s'est fait par une succession d'attaques à l'acide suivies de protection à la paraffine. (La couche protectrice est finalement dissoute à l'éther ou au chloroforme).

La meilleure différentiation a été obtenue avec de l'acide acétique dilué au dixième pour les tests minces et les plus fragiles; pour les tests plus épais et bien dolomitisés le processus d'extraction peut être accéléré par l'utilisation d'acide dilué au quart environ (un volume d'acide acétique pur pour trois volumes d'eau).

Le dégagement des coquilles par ce procédé est surtout une question de patience; il a demandé plusieurs mois de travail pour faire apparaître les fossiles, dont les meilleurs exemplaires sont figurés aux planches I, II et III.

B) *Principes de la détermination des algues*

Les Dasycladacées auxquelles appartiennent nos formes triasiques étaient des végétaux pourvus de chlorophylle, formés par une tige (thalle) ou cylindre central, simple, contracté ou annelé, entouré par un manchon calcaire, témoin qui permet d'en reconstituer la forme primitive; très souvent ce manchon calcaire est épigénisé en dolomie. Les rameaux émis par la tige traversent le manchon par de petits orifices, les pores.

Ce sont essentiellemcnt les particularités morphologiques des rameaux, leur disposition autour de l'axe de la plante et leur densité qui sont utilisés comme critères génériques.

Ces critères, définis par J. Pia (1927) qui a donné une illustration schématique de chaque genre ont été résumés par M. Lemoine (1954) comme suit:

1) Forme des rameaux
   a) Pores ouverts (c'est-à-dire traversant le squelette de part en part).
      Type phloïophore: les pores s'élargissent vers l'extérieur.
      Type trichophore: les pores se réduisent de l'intérieur vers l'extérieur.
   b) Pores fermés ne s'ouvrant pas sur la face externe du squelette:
      Type vésiculifère (dérivé du type phloïophore): le rameau se termine par un renflement.
      Type pyrifère (dérivé du type trichophore): le rameau est renflé à sa base.

2) Disposition des rameaux autour de l'axe
   Trois cas sont à distinguer:
   a) Pas de verticilles: type proverticillé
   b) Les rameaux sont disposés en verticilles: type euverticillé.
   c) Dans les verticilles, les rameaux se groupent en faisceaux: type metaverticillé.

Ces caractères morphologiques étant précisés, les genres définis de la façon suivante:

I. Proverticillées et euverticillées
   Phloïophores : *Macroporella*
   Vésiculifères : *Gyroporella*

Trichophores : – rameaux verticillés ou non, relativement minces et très nombreux: *Teutloporella*
– rameaux verticillés relativement épais et peu nombreux: *Oligoporella.*
Pyrifères : *Physoporella.*

II. Métaverticillées
(Phloïophores ou trichophores): *Diplopora.*

Les autres caractères à l'aide desquels se distinguent les espèces sont essentiellement la forme du squelette (annelé ou non) et la répartition des verticilles le long de l'axe de la plante.

C) *Description des espèces étudiées*

1. Premier niveau à Diploporidées

Il s'agit d'un horizon continu que l'on peut suivre sans interruption, mis à part les accidents topographiques ou tectoniques. La concentration des algues est variable ce qui peut laisser penser qu'elles se répartissent en touffes distinctes sur le fond de la mer. Cet excellent repère paléontologique et stratigraphique est probablement aussi constant que le deuxième niveau à Diploporidées, mais son extension verticale est ici beaucoup plus réduite, ce qui semble également être le cas en Vanoise (à l'exception du Roc de la Pêche).

Oligoporella (?) nov. sp. Ellenberger = *Anisoporella occidentalis* gen. et sp. nov.

Cette nouvelle espèce de siphonées verticillées à été découverte par A. Jeannet (1912-1913) et par F. Rabowski (1913), simultanément dans les Préalpes Vaudoises (St-Triphon, Chalex, Bois de Panex etc.) et dans le Diemtigtal (Riprechtlifluh). Mais les déterminations de F. Rabowski (1913) d'après les espèces austroalpines créées par J. Pia (1912) étaient erronées.

F. Rabowski a cru reconnaître sur les échantillons récoltés par F. Jaccard au Mont d'Or:

Oligoporella pilosa v. Pia
Oligoporella prisca v. Pia
et *Physoporella minutula*, Gümbel

Ces formes proviennent du deuxième niveau à Diploporidées; j'ai retrouvé ce gisement sur le sentier de Sonnaz à Dorchaux, à la cote 1800; les *Physoporella prealpina* y sont particulièrement abondantes; on reparlera de ce gisement plus loin.

A deux reprises, en 1920 et en 1937, J. Pia a mis ces attributions spécifiques en doute, et désigne cette algue comme «*Griphoporella* (?) nov. sp.». J. Pia a classé dans ce genre les Dasycladacées triasiques dont le manchon mince ne fournit pas de renseignements sur la forme et le mode d'insertion des rameaux.

En 1950, F. Ellenberger a effectué, à la demande de M. Lugeon, une révision des matériaux du Musée géologique de Lausanne, provenant principalement du Diemtigtal et des Préalpes vaudoises. Les échantillons étudiés en lame mince ou

«in toto» après différentiation à l'acide acétique lui ont révélé l'existence d'un niveau recelant une algue particulière, déjà reconnue par lui en Vanoise, et qu'il a attribuée, avec réserve, au genre *Oligoporella* (?). Il a donné en partie les caractères spécifiques de cette algue, mais sans lui donner de nom d'espèce, désirant attendre la description des matériaux des Préalpes Médianes mieux conservés que ceux à sa disposition dans la Vanoise. Dès lors, cette nouvelle espèce est désignée:

Oligoporella (?) nov. sp.

En avril 1959, M. E. Gasche a eu la grande amabilité d'examiner en ma présence, au Musée d'Histoire Naturelle, à Bâle, mes coupes minces provenant d'échantillons récoltés l'année précédente au Mont d'Or et appartenant aux deux premières zones de Diploporidées. Selon M. E. Gasche, dont une étude approfondie par la méthode des lames minces sur d'excellents échantillons provenant de St-Triphon est restée inédite jusqu'à ce jour, ces formes, auraient des affinités avec les genres suivants: *Oligoporella*, *Gyroporella* et (*Gryphoporella*).

Par la suite, stimulé par les magnifiques résultats obtenus par F. Ellenberger et dont la magistrale étude du Pays de Vanoise venait de paraître, j'ai récolté d'autres échantillons que j'ai étudiés par différentation à l'acide acétique ainsi que par coupes minces.

Diagnose

Anisoporella occidentalis nov. gen., nov. sp.

Synonymes:

Oligoporella pilosa v. Pia – Rabowski, F.: cf. Jeannet, A. (1912–1913)*
Oligoporella prisca v. Pia – Rabowski, F.: cf. Jeannet, A. (1912–1913)
Griphoporella ? nov. sp. – v. Pia, J. (1920);
Griphoporella ? nov. sp.– v. Pia, J. (1937);
Oligoporella ? – Ellenberger, F. (1949);
Oligoporella ? sp. – Ellenberger, F. (1950) (voir note 4, p. 62)
Oligoporella sp. – Ellenberger, F. (1950 c);
Oligoporella ? nov. sp. – Ellenberger, F. (1958);
Oligoporella ? nov. sp. F. Ellenberger – Genge, E. (1958).
* Les références sont données dans la bibliographie à la fin du texte, p. 103.

1) Caractères morphologiques

Toutes les formes appartenant à ce premier niveau de Diploporidées paraissent bien appartenir à la même espèce; les variations somatiques qui affectent ces algues sont réelles, mais leur importance est en grande partie rendue illusoire par les divers degrés de conservation que présente le manchon. Cette variabilité est accusée pendant la croissance de l'algue déjà; la calcification n'est pas toujours constante toute au long du thalle, comme l'a montré J. Pia pour certaines espèces (1920 p. 128). L'épaisseur très variable de la paroi du manchon de notre espèce, à diamètre égal, en est une confirmation (pl. III, 8–10).

Les principaux facteurs pouvant intervenir dans la modification du squelette après la mort de l'algue sont les suivants:

a) Les manchons, une fois tombés sur le fond, se brisent en menus fragments, en fonction de l'épaisseur et de la conformation du squelette; ils peuvent être roulés et usés sur le fond par le mouvement des vagues ou par le transport de courants.

b) La dolomitisation est souvent imparfaite et paraît parfois capricieuse.
c) Un manchon, au cours des attaques successives à l'acide prend différents aspects, ce qui d'ailleurs, permet d'apprécier la configuration interne si l'on suit attentivement la progression de la dissolution du squelette.

Les figures 1 à 5 de la planche III montrent divers stades de conservation (sur des échantillons différents):

1 et 2) Tous les pores sont parfaitement recouverts par une «enveloppe externe», d'aspect granuleux.
3) Quelques pores apparaissent dans un ordre quelconque, laissant supposer une disposition désordonnée; (voir pl. I, 12); on devine l'emplacement des autres pores par un renflement de la membrane qui les recouvre encore. Cette irrégularité apparente est également due à une légère variation de la longueur des rameaux.
4) Une rangée de pores alignés laisse supposer une disposition verticillée.
5) La disposition verticillée et alterne des pores est nettement visible.

Ce n'est donc que sur des manchons parfaitement conservés (Pl. III, 1–2 et pl. I, 11) qu'il est possible d'observer le fait que les pores ne s'ouvrent pas sur la surface externe du squelette.

2) Forme des rameaux

C'est surtout au moyen d'un grand nombre de coupes minces qu'il est possible de définir la forme des rameaux (Pl. IV, 1–4 et pl. V, 1–2) mais celle-ci est également visible sur la tranche de manchons cassés, préalablement dégagés à l'acide (Pl. III, 6). Ils sont du type vésiculifère; sur la paroi interne les pores s'ouvrent en s'élargissant vers l'intérieur; le pédoncule a une forme légèrement conique, le sommet du cône se trouvant à peu près au milieu de la paroi; puis il se termine par un renflement subsphérique; lorsqu'on regarde de l'extérieur un exemplaire partiellement attaqué, les pores ont l'air de s'amincir vers l'intérieur et inversement.

3) Disposition des rameaux autour de l'axe.

Les rameaux vésiculifères sont disposés en «doubles verticilles» régulièrement espacés. Sur une distance équivalant à un diamètre de manchon adulte on compte 6 à 7 «doubles verticilles».

L'arrangement des rameaux se fait en général par séries de deux (= double verticilles) comme chez *Oligoporella*, les rameaux des deux verticilles étant alternes; cependant cet ordre n'est pas aussi bien respecté que dans ce dernier genre et les pores sont beaucoup plus serrés. A l'intérieur du manchon, les pores s'ouvrent au fond d'un sillon bien marqué. L'alternance des rameaux est presque la règle, mais les pores sont tantôt disposés en quinquonce, tantôt par paires, tantôt par groupes de trois (Pl. III, 7). Ces trois modes de distribution se retrouvent alternativement sur le même manchon, dans un ordre de succession quelconque.

Les rameaux s'insèrent obliquement sur la tige, suivant un angle de 60° en moyenne par rapport à l'axe du cylindre, mais cette inclinaison, variable, ne semble être valable que pour la rangée supérieure du double verticille, les rameaux de l'autre rangée rayonnant plus ou moins perpendiculairement à l'axe de la tige.

Pour résumer, nous dirons que la disposition des rameaux autour de l'axe est du type *euverticillé* (avec une très légère tendance au type métaverticillé, les rameaux se groupant occasionellement en faisceaux de trois.

4) Forme du squelette

La surface externe, de texture granuleuse est régulièrement ondulée, mais cette ondulation n'est pas souvent visible; celà dépend de l'état de conservation des manchons; la plupart sont lisses, usés; quelques-uns seulement, surtout parmi les plus gros, sont régulièrement ondulés; à chaque renflement annulaire ou onde de la surface externe correspond un étroit et profond sillon de la paroi interne (Pl. III, 2).

Sur la paroi interne, la structure annelée (intusannulatio de Pia) est constante et se voit presque toujours sur les échantillons dégagés à l'acide, avec une parfaite régularité dans l'écartement des verticilles qui sont relativement proches les uns des autres.

On peut remarquer, chez la plupart des exemplaires bien conservés, (Pl. I, 11, pl. III, 1–3, 6, pl. V, 2) des constrictions externes plus ou moins bien espacées. Ces segmentations englobent en général deux sillons internes correspondants, parfois un seul, occasionnellement plus.

J'ai encore pu constater sur quelques algues la présence de deux manchons emboîtés l'un dans l'autre, avec des vésicules (?) sur le bord externe du manchon interne, comme si l'on avait affaire à deux algues indépendantes (Pl. III, 8, pl. IV, 4).

5) Mensurations

– Dimensions des pores au bord externe de l'anneau, correspondant au renflement du vésicule: 0,1 mm à 0,2 mm.

– Nombre approximatif de rameaux par double verticille (par sillon): 40 à 60, soit environ la moitié par verticille simple.

– Longueur maxima observée: 40 mm.

Diamètre extérieur du manchon: il varie de 1 à 3 mm, (en moyenne 2) exceptionnellement il atteint 4 mm. Quant au rapport du diamètre intérieur D_1 au diamètre extérieur D_2 (inverse de l'épaisseur de manchon) il est très variable suivant les échantillons considérés; les rapports D_1/D_2 mesurés sur 5 manchons différents sont les suivants:

37%, 50%, 58% 65%, et 89%; comme nous l'avons dit précédemment, J. Pia a montré que la sécrétion calcaire du manchon peut varier en épaisseur et en position tout au long du thalle, la partie inférieure du manchon de l'algue étant en général la plus épaisse.

6) Age

Cette algue constitue le premier niveau à Diploporidées, niveau situé juste au-dessus des calcaires dolomitiques qui le séparent des calcaires vermiculés vrais; elle marque la base du Virglorien (Anisien) moyen.

7) Gisements

Les exemplaires étudiés ci-dessus proviennent du Mont d'Or, essentiellement du cirque de Dorchaux (cotes 1750 et 1960) et du cirque de l'Ecuale (cotes 1800 et

1920). Les échantillons, les fossiles dégagés et les coupes minces sont déposés au Musée Géologique de Lausanne sous les numéros suivants: 39 557 (Holotype Pl. III, fig. 2a et 2b) et 39 558 (Paratypes, Pl. III, fig. 1 et 3 à 10).

Ces mêmes formes ont été observées ou signalées jusqu'à présent aux endroits suivants[3]):

- Riprechtlifluh (Simmental) F. Rabowski 1907)*
- Plantour (F. Rabowski 1908)*
- Sentier Vers Chiez-Panex (A. Jeannet 1910)*
- Twierienhorn (A. Jeannet & F. Rabowski-1911)*
- Saint-Triphon (A. Jeannet & F. Rabowski 1911)*
- Vanoise F. Ellenberger 1949 et 1958)
- Grande Eau et carrière de Chalex (F. Ellenberger 1950)
- Seehorn, Diemtigtal (E. Genge jun. 1958)
- Eperon de la ville du Nant, Hte-Savoie (R. Chessex 1959)
- Alpes maritimes italiennes (Cluse d'Upega), Briançonnais et Calcaire des Pontis (Valais) selon F. Ellenberger (renseignement oral).

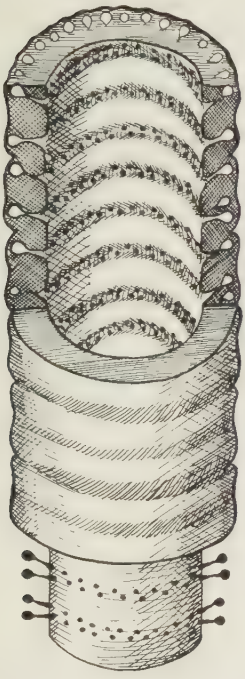


Fig. 5. Reconstitution schématique du squelette de l'algue *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp.

8) Discussion

Le type vésiculifère qui me paraît bien démontré, avait déjà été remarqué par F. Ellenberger (1958, p. 187): «Il arrive en effet que les pores manquent sur les ondes de la surface externe et soient remplacés par de légers renflements en coupole. Dans quelques cas, l'ouverture externe de certains pores est partiellement fermée par une sorte de membrane ainsi renflée. Mais cette disposition n'est pas assez nette ni fréquente pour que l'on puisse généraliser et admettre que les rameaux aient été des vésicules. S'il en était ainsi, il s'agirait d'un nouveau genre, car aucun des genres définis par Pia ne comprend de formes à la fois verticillée et vésiculifère».

Quant à l'insertion des rameaux, F. Ellenberger la définit comme étant d'un type imparfaitement euverticillée et il conclut: «A titre provisoire et vu l'aspect en général, nous admettrons qu'il s'agit d'une espèce assez aberrante du genre *Oligoporella*.

Après les observations que nous avons pu en faire, l'attribution de cette nouvelle espèce au genre *Griphoporella* n'entre plus en considération; nous savons que ce genre, créé par Pia (1915) et auquel il attribua la forme provenant d'échantillons

[3]) L'astérisque concerne les formes récoltées par A. Jeannet et F. Rabowski dont l'appartenance à un seul et même niveau a été reconnue en 1950 par F. Ellenberger d'après les échantillons du Musée de Lausanne provenant des lieux cités, algues qu'il a appelées par la suite *Oligoporella* (?) nov. sp.

de St-Triphon, en 1920 et 1937, correspond à un groupe provisoire réunissant des Dasycladacées non ramifiées et non segmentées, chez lesquelles les caractères génériques (forme et place des rameaux) ne sont pas observables du fait de la trop faible épaisseur du squelette.

Le type vésiculifère propre à cette algue exclut d'emblée son attribution au genre *Oligoporella*.

Ce dernier caractère tend à faire attribuer cette nouvelle espèce au genre *Gyroporella*. Ce genre, créé par Gümbel en 1872 et repris par Pia (1912) comprend des formes typiquement vésiculifères, mais toutes les espèces figurées sous ce genre sont proverticillées.

D'après le tableau résumé de M. Lemoine, la disposition proverticillée des rameaux n'empêcherait pas son attribution au genre *Gyroporella*.

Nous avons vu plus haut que F. Ellenberger préconise la création d'un nouveau genre si le type vésiculifère était démontré. La forme vésiculifère des rameaux, disposés en verticilles doubles (type euverticillé), a été suffisamment bien établie pour pouvoir proposer une solution à ce cas précis en donnant le nouveau nom de genre:

Anisoporella nov. gen.

Ce choix me paraît présenter deux avantages: d'une part il suggère l'irrégularité (apparente et plus ou moins réelle) des pores et d'autre part il rappelle l'âge anisien du niveau bien défini par la répartition stratigraphique de cette algue.

Quant au nom de l'espèce proprement dite, F. Ellenberger[4]) proposait de l'appeler *Oligoporella occidentalis*, car elle serait, d'après les travaux de Pia, la seule espèce de ce genre connue dans les Alpes Occidentales.

9) Conclusion

Cette nouvelle espèce de Dasycladacée appelée jusqu'ici *Oligoporella* (?) nov. sp. est dès lors désignée de la manière suivante:

Anisoporella occidentalis nov. gen., nov. sp.

C'est ce nom que j'utiliserai dans la suite de ce travail.

2. Deuxième niveau à Diploporidées

Ce niveau constitue certainement le meilleur repère paléontologique et probablement le plus constant du Trias moyen de la «*Province briançonnaise*» s. l. telle qu'elle a été définie par F. Ellenberger (1949 c) (voir p. 73).

Physoporella prealpina v. Pia

Cette Algue, qui prédomine largement dans ce niveau est toujours associée à un faciès particulier et typique (voir p. 44, N° 24) ce qui permet de repérer plus facilement le banc qui la contient.

Le génotype a été défini par J. Pia en 1920 d'après des échantillons provenant du Diemtigtal (Horboden), ce qui nous dispense d'une description approfondie. Il ne me paraît cependant pas superflu de rappeler les caractères spécifiques bien

[4]) Dans son manuscrit inédit sur la Révision du Trias des Préalpes radicales en 1950, déposé au Musée Géologique de Lausanne.

tranchés de cette algue qu'il est facile de déterminer sur le terrain même, lorsqu'elle est bien conservée. Elle se présente toujours en relief sous la forme de tubes cylindriques annelés, lisses extérieurement, d'un diamètre moyen de 3 mm; les fortes parois du squelette laissent voir sur la face interne, au milieu de chaque anneau, une bande largement déprimée au fond de laquelle l'arrangement en double verticille bisérié alterne est des plus caractéristiques. Les sections perpendiculaires à l'axe de la tige et passant dans le plan d'un verticille offrent souvent un aspect étoilé résultant de la forme subconique (en doigt de gant) des rameaux pyrifères (Pl. VI, 2).

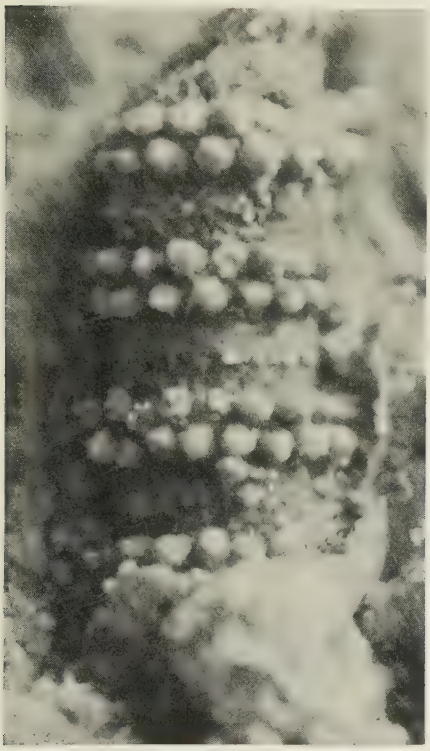


Fig. 6. *Physoporella prealpina* v. Pia. Algue dégagée à l'acide acétique: il s'agit d'un contre-moule résultant de l'épigénie de la plante elle-même (Photo F. Ellenberger) × 25.

La constante épigénisation du squelette en dolomie claire est très favorable à une extraction par l'acide acétique sans qu'il soit nécessaire de recourir à la paraffine; les résultats obtenus sont très satisfaisants (fig. 6).

Par la méthode des coupes minces, la section circulaire parfaite des larges pores, et leur disposition alternée régulière, la fine et profonde fissure séparant les anneaux, l'ondulation marquée de la paroi interne sont autant de critères sûrs excluant toute hésitation (Pl. VI, 1–4).

Les deux principaux gisements fossilifères du Mont d'Or se trouvent, l'un au pied de la paroi du cirque de l'Ecuale à la cote 1810, l'autre sur le sentier allant de Sonnaz à Dorchaux, à la cote 1800; c'est à cet endroit unique qu'ont été trouvées par F. Jaccard (1909), les premières algues précisant l'âge triasique de la grosse masse calcaire du Mont d'Or.

L'extension paléogéographique de *Physoporella prealpina* v. Pia coïncide très probablement avec celle de l'espèce *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp. du premier niveau à Diploporidées; ces deux niveaux algaires ne sont séparés verticalement que par une cinquantaine de mètres de calcaires. Fait important, elle a été signalée par F. Ellenberger dans la série du Barrhorn qui serait la couverture sédimentaire parautochtone de la nappe du Gd. St-Bernard et dont les faciès sont identiques à ceux de la Vanoise, et des Préalpes radicales (Ellenberger 1952, 1953 et 1958, p. 462, fig. 98).

Physoporella minutula Gümbel

Cette petite forme est toujours associée à l'espèce précédente (Pl. VI, 4); elle est également déterminable à la loupe et même à l'œil nu «in situ». (Voir Ellen-

BERGER pl. VI, 18, 19). Son allure extérieure est également typique; elle est formée par un emboîtement de troncs de cônes renversés, avec un net accroissement de chaque anneau de la base au sommet; l'axe de la tige est souvent courbe. La surface externe des anneaux est irrégulièrement striée de hachures verticales. Les pores sont rarement visibles.

J'ai été amené à faire les mêmes observations que F. ELLENBERGER quant à la parenté existant entre *Ph. prealpina* v. PIA et *Ph. minutula* v. PIA: tous les intermédiaires morphologiques peuvent être observés et il semble bien que l'on ait affaire à une espèce unique dont *Ph. minutula* représente les termes junéviles du thalle et *Ph. prealpina* la forme adulte de l'algue, tandis que *Physoporella dissita* v. PIA (voir PIA, 1912 p. 45, pl. VI, fig. 1 à 4) serait un terme intermédiaire. En Haute Silésie et en Pologne seules existent les petites formes *Ph. minutula*.

Diplopora annulatissima v. PIA

Cette espèce, bien que moins fréquente dans ce niveau, n'est pas rare; elle se reconnaît facilement déjà à l'œil nu par ses grandes dimensions (diamètre extérieur 5 à 6 mm) et par l'annulation fine et serrée qui lui a valu son nom (Pl. VII, 1).

Diplopora annulatissima a été créée par J. PIA sur des échantillons provenant des Préalpes radicales. Il la considère comme un fossile caractéristique du Virglorien terminal; elle n'est pas rare dans le Trias austro-dinarique. (ELL. p. 178). Elle semble apparaître plutôt dans la province briançonnaise. C'est néanmoins pour nous un repère précieux et une confirmation de notre chronologie.

Diplopora helvetica v. PIA

La présence de cette espèce n'a été reconnue qu'en coupe mince par M. E. GASCHE. La paroi interne droite en est le caractère le plus typique.

Cette espèce est communément associée à *Physoporella minutula* dans les Spillgerten ainsi qu'à la Zweckenalp (Schwytz) (ELL. p. 176).

Teutloporella sp. cf. *triasina* SCHAUROTH (v. PIA 1920)

Ce n'est que d'après la coupe tangentielle d'un petit fragment d'algue (coupe 100b, due à F. JACCARD) que F. ELLENBERGER a reconnu l'existence éventuelle de ce genre (1958, p. 189). D'autres coupes minces (Pl. VII, 3–4) m'ont permis d'observer de rares fragments appartenant sans doute à ce genre, mais leur mauvaise conservation exclut toute détermination spécifique.

Macroporella sp. cf. *alpina* v. PIA

Dans le niveau à brachiopodes de l'Ecuale, situé quelque 4 m seulement plus haut que le banc à *Physoporelles*, j'ai pu remarquer, sur place, des formes imparfaitement tubulaires, criblées de perforations, qui, au premier abord, m'ont fait penser à des bryozoaires. En coupes minces (Pl. V, 3, Pl. VII, 2) j'ai reconnu plusieurs sections d'un manchon très épais ($D_1/D_2 = 17\%$) traversé par des pores du type nettement phloïophore. La surface de la gaine imparfaitement annulaire des manchons dégagés à l'acide présente l'aspect d'une mosaïque; les pores à section polygonale sont jointifs.

Leur attribution au genre *Macroporella* ne fait aucun doute, et les sections sont comparables à celles de l'espèce bosnienne *Macroporella alpina* v. PIA figurées

par Pia (1935, pl. II, fig. 1 et 2 et 1912, p. 34, pl. II, fig. 13 à 15); mais il serait curieux que notre forme appartienne à l'espèce alpina ss. car le cachet de la flore qui accompagne celle-ci est totalement différent de celui de la flore triasique de la province briançonnaise.

3. Troisième niveau à Diploporidées

Cette zone est encore mal délimitée et son extension verticale est très probablement plus étendue que celle des deux niveaux algaires du Virglorien. Les diplopores qui déterminent ce niveau furent découverts pour la première fois par M. Lugeon (1894) à Châble-Croix (Dalle de Tréveneuse). F. Jaccard auquel la détermination avait été confiée, a placé ces formes dans la famille des *Gyroporellidées* (probablement à cause du type vésiculifère marqué)[5]). Puis F. Rabowski les signale au Seehorn, Spillgertenostgrat et au Rothorn (Twierenhorn-Schuppe) et c'est sur des échantillons fournis par ce dernier à J. Pia qu'a été créée l'espèce *Diplopora uniserialis* v. Pia (1920). Par la suite d'un malentendu probable, J. Pia a admis et toujours affirmé par la suite que D. *uniserialis* était d'âge virglorien supérieur et caractéristique du même niveau que *D. annulatissima.* (Ellenberger p. 178). Toutes les observations ultérieures montrent bien que toute l'épaisseur du Ladinien les séparent tout au contraire.

Les calcaires et dolomies ladiniennes du Briançonnais renferment une forme très semblable à *D. uniserialis.*

D. Schneegans (1933) qui l'a étudiée en détail, a créé l'espèce *Diplopora annulata* var. *briançonnensis* (appelée plus tard *D. brianconnensis* Schneegans). Une autre forme atrophiée (Kümmerform) dérivant de cette dernière a été reconnue par F. Ellenberger sur un échantillon du Seehorn, où elle ressemble à *Physoporella lotharingica* Benecke. Les confrontations de ces espèces par F. Ellenberger et, par comparaison, les variations morphologiques constatées dans l'espèce *Physoporella prealpina – dissita – minutula* font apparaître que ces diplopores du Ladinien supérieur appartiennent à une même espèce variable et qu'elles sont synonymes; *D. uniserialis*, créée par J. Pia en 1920, serait en quelque sorte la souche juridique de cette espèce.

L'analogie seule avec différentes coupes stratigraphiques (Grande Eau, Tréveneuse, Diemtigtal, Vanoise, etc.) nous autorise à employer le terme de «niveau à Diplopores» à proprement parler. Toute la série surmontant le Virglorien est désespérément pauvre en fossiles et ce n'est qu'après de longues recherches que j'ai eu la chance de tomber sur un «gisement» d'algues bien déterminables, sur l'arête de la Pierre du Moëllé – Mont d'Or. De nombreuses coupes minces à travers le même et unique échantillon ont révélé la présence de:

Diplopora uniserialis v. Pia

Cette algue a la particularité de n'avoir pas été dolomitisée comme celles des niveaux précédents; elle ne se présente pas en saillie sur la roche, aussi est-elle beaucoup plus difficile à repérer; ce fait avait déjà été remarqué par M. Lugeon lors de sa découverte de «*Gyroporelles*» à Tréveneuse. Son dégagement par l'acide

[5]) Ces algues ont été retrouvées par M. H. Badoux à Tréveneuse, au sommet du Ladinien.

acétique dilué n'a pas été possible, le manchon se dissolvant presque aussi rapidement que la gangue.

Par contre, en coupes minces, son profil crénelé et la dispositoin de ses pores (type vésiculé) est caractéristique (pl. V, 4). Voir également E. Genge (1958) planche VIII, fig. 5–6.

II. FAUNE DES MOLLUSQUES ET BRACHIOPODES

Grâce à un heureux processus épigénétique tous nos fossiles ont été dolomitisés plus ou moins complètement; la très petite taille et l'état défectueux des coquilles en surface ont été jusqu'à ce jour les principaux obstacles à l'étude de ces précieux fossiles. Tous ceux que j'ai étudiés ont eté extraits de la roche par l'attaque partielle ou intégrale à l'acide acétique. Leur détermination spécifique n'en est pas moins délicate et souvent impossible. La presque totalité de notre faune provient du Virglorien; or, il n'y a que peu d'études paléontologiques de cet étage qui, dans le domaine austro-alpin, est peu fossilifère. Il faut excepter le gisement de Recoaro et celui du Val Trompia, étudié par A. Boni en 1939. Il n'y a d'autre part aucune comparaison satisfaisante, ni avec les riches faunes, essentiellement ladiniennes, de gastéropodes de St-Cassian et de la Marmolata, reproduites sur les très belles planches de E. Kittl, ni avec celles de Hallstadt, étudiées par E. Koken. Les gastéropodes de la province briançonnaise semblent pour la plupart apparentés à des espèces de Haute-Silésie, mais leurs caractères ne coïncident que rarement avec exactitude avec ceux des espèces silésiennes. Dans la révision des lamellibranches du Trias alpin, dû à A. Bittner (1895) nous ne retrouvons pas non plus les formes de la province briançonnaise; ces lamellibranches semblent, eux aussi, en accentuer le cachet particulier.

Le travail de F. Ellenberger en Vanoise (1958) constitue la base de l'étude paléontologique de cette nouvelle province; c'est donc d'après les planches de cet ouvrage que j'ai déterminé la plupart de mes échantillons.

Cependant F. Ellenberger a souvent hésité à donner des noms d'espèces aux fossiles qu'il a figurés, même s'il apparaissait que beaucoup d'entre eux soient des espèces nouvelles. Il admettait en effet que ces espèces ne pourraient être créées valablement que sur des matériaux plus complets et dans le cadre d'une révision paléontologique générale du Trias germanique.

Dans ce qui suit nous nous reportons donc plus aux figurations de F. Ellenberger qu'aux noms approchés qu'il a pu leur affecter à titre provisoire.

F. Ellenberger fit en 1950 l'étude des échantillons du Musée de Lausanne provenant du Trias radical des Préalpes Médianes, la connaissance des faciès du Virglorien lui permettant de replacer les fossiles à leur niveau stratigraphique respectif.

Il m'a paru intéressant, cette fois sur la base d'une coupe stratigraphique précise et continue, de mettre à nouveau en évidence le parallélisme statigraphique et paléontologique en tous points remarquable entre la série de la Vanoise et celle des Préalpes radicales, et, par la même occasion, rendre publiques les observations inédites de F. Ellenberger.

En Vanoise, les Mollusques se répartissent en trois faunes assez distinctes indépendantes des niveaux à Diploporidées.

1. Première faune de Mollusques

La première faune est contenue dans les calcaires vermiculés et dans le premier niveau à algues. Elle comprend une majorité de formes lisses, en Vanoise comme dans les Préalpes radicales.

a) Au Mont d'Or, les niveaux de base des calcaires vermiculés renferment des lits de coquilles brisées dont la mauvaise conservation n'a pas permis de détermination spécifique rigoureuse; elles appartiennent en majeure partie à la famille des Naticidés (probablement *Neritaria* cf. *prior* E. Picard); en coupe mince j'ai reconnu de nombreuses sections caractéristiques de petits gastéropodes que nous pouvons rapporter à l'espèce *Actaeonina scalaris* V. Münster sp. (Var. *Gracilis* Hohenst.)

L'attaque à l'acide a mis à jour de minuscules gastéropodes turriculés (*Loxonema* (?) sp.), associés à des manchons d'algues recristallisés.

b) Les lits fossilifères riches en mollusques se retrouvent au-dessus du niveau dolomitique D_2 qui surmonte les calcaires vermiculés, associés au premier niveau à Diploporidées. Là les espèces sont bien conservées et j'ai pu isoler de beaux exemplaires de *Neritaria* cf. *prior* E. Picard (Var. *cognata* E. Picard ?) (Pl. I, fig. 1–4; d'après Ellenberger Pl. 2, 23–27).

Il faut remarquer chez les formes adultes de cette espèce une légère costulation sur le dernier tour, rayonnant perpendiculairement à la suture qui détermine un palier plan ou légèrement concave vers le haut; les côtes s'atténuent rapidement et disparaissent au premier tiers de la partie supérieure. La coquille est également froncée à la base du dernier tour, en arrière du bord columellaire qui masque l'ombilic. Le test est orné de stries transversales bien marquées, fines et serrées. Chez les formes juvéniles, les deux premiers tours paraissent plus saillants.

Cette forme a été récoltée par F. Rabowski à la Riprechlifluch (à la base) en 1907, ainsi qu'à Plantour, et par A. Jeannet sur le sentier de Vers Chiez à Panex en 1910. E. Genge la signale au NE des Spillgerten (Ankenstock).

A Dorchaux, l'éboulis provenant de ce niveau m'a fourmi deux échantillons contenant chacun d'abondants gastéropodes à coquilles minces, trop fragiles pour être isolés. On reconnaît cependant très facilement les formes décrites par F. Ellenberger (Pl. 4, 1–4); elles appartiennent à une nouvelle espèce du genre *Worthenia*; elles se distinguent nettement de *W. hausmanni* par un tour plus haut et par un accroissement progressif de l'angle au sommet (génératrice concave).

L'autre échantillon contient en plus de l'espèce déjà citée, l'espèce *Actaeonina* cf. *scalaris* V. Münster sp., rare.

La *Worthenia* nov. sp. Ellenberger a été vue jadis par A. Jeannet dans le même niveau, sur la butte NW de St-Triphon, au Bois de Panex etc. Dans la province briançonnaise, elle constitue semble-t-il, un véritable fossile de zone, limité au seul Virglorien basal.

L'échantillon du Musée de Lausanne, provenant de la région de Dorchaux, «en montant au sommet 2'135», récolté probablement par F. Jaccard, est parsemé de

coquilles de l'espèce *Omphaloptycha* sp. aff. *gregaria*, V. Schl. sp. (détermination F. Ellenberger); elle semble provenir du même niveau. Cette espèce identique à celle qui est fréquente au Lac Blanc de Polset (Vanoise), paraît appartenir à une variété spéciale mais presque tous les individus sont juvéniles (voir Ellenberger Pl. 21, 12). On retrouve cette espèce plus haut, jusque dans les calcaires à silex.

c) Au niveau suivant intermédiaire entre le niveau à *Anisoporelles* et les bancs à *Dentales*, nous attribuons le gisement fossilifère caractéristique situé 600 m au NE de l'étable de Dorchaux (1914 m), à la cote 1790 environ; ce gisement, qui a fourni la faune la plus variée en espèces au Mont d'Or, n'est séparé du premier niveau à algues que par une dizaine de mètres de calcaires stériles.

Description des espèces:

Worthenia hausmanni Goldf.

La détermination de cette belle espèce ornée à coquille épaisse, presque toujours bien dolomitisée ne fait aucun doute (Pl. I, fig. 5 et 6; voir Ellenberger Pl. 4, 24–25); elle abonde, associée à *Neritaria* cf. *prior* var. *cognata*, tout aussi nombreuse.

Worthenia nov. sp. Ellenberger (pro parte).

D'autres *Worthenia*, plus rares, de forme variable, sont à rattacher (partiellement) à la nouvelle espèce du niveau précédent (Pl. I, fig. 7–9). Il est difficile de se rendre compte si cette variation est due à des formes de passage entre les jeunes individus et les formes adultes ou si on a affaire à un groupement d'espèces différentes.

Omphaloptycha sp.

Ce genre est bien représenté, mais la détermination des espèces est incertaine. En comparant ces fossiles avec les planches 2 et 3 de F. Ellenberger et celles de A. Boni (1939) j'ai reconnu les espèces: *Omphaloptycha* cf. *gregaria* v. Schloth. sp. (Pl. II, 4 et 8), *O.* cf. *pyramidata* Koken (Pl. II, fig. 7), *O.* aff. *stotteri* Klippst. (Pl. II, 3).

Loxonema cf. *Lommeli* v. Münst. sp. (Pl. II, fig. 5)

Cet exemplaire est remarquable par sa grande taille atteignant 1 cm; des formes naines du même genre, spécifiquement indéterminables, l'accompagnent.

Cryptonerita (*?*) nov. sp. Kittl. (Pl. II, fig. 6)

Cette très jolie espèce qui a conservé son ornementation originelle, est zébrée de bandes pigmentaires flexueuses, colorées en brun-roux; la détermination générique d'après les planches de E. Kittl est incertaine, l'ouverture n'ayant pas été conservée.

Ce type de pigmentation, exceptionnel, a été également observé par F. Ellenberger sur l'espèce par lui rapprochée de *Naticella langi* Hoh, du Virglorien terminal.

Euomphalus nov. sp. (Pl. II, fig. 2)

Cette espèce naine (∅ 4 mm), épigénisée en dolomie blanche très pure, est caractérisée par une carène crénelée qui orne la crête d'une spire subquadrangulaire.

Cette carène est enroulée dans un plan; elle est reliée à la suture en contrebas, par un anneau spiral incliné vers le centre; la face inférieure de la spire montre un ombilic creux.

Protercula (*?*) cf. *lissotropsis* E. Picard

Un seul exemplaire mal conservé.

Palaeonucula aff. *rotunda* Bittner (Pl. II, fig. 9)

Cette forme lisse est peu caractéristique et se retrouve jusque dans le niveau à brachiopodes.

Myophoria aff. *elegans* Dunker (Pl. I, fig. 10)

Ce lamellibranche, orné d'une vingtaine de côtes saillantes est très proche de l'espèce figurée par E. Rübenstrunk (1909) de la Trigonodusdolomit, Schwieberdingen (Pl. VIII, fig. 14), ou de celle figurée par G. Gürich, (1925) ou encore par W. Dunker (1851). Les larges côtes sont interrompues et séparées de la forte carène radicale par un sillon bien marqué, lisse; au-delà, elles deviennent irrégulières, mal dessinées et non régulièrement dédoublées comme dans l'espèce figurée par A. Tornquist (1900). Un exemplaire de *Myophoria elegans* a été trouvé jadis sous Salins, sur le chemin de la Cheneau (Musée de Lausanne, collection Chavannes).

F. Rabowski a recueilli cette espèce dans le Muschelkalk de l'écaille du Twierienhorn, associée à *Myophoria goldfussi* v. Alb. (Jeannet 1913, p. 743). Dans le Trias germanique, l'espèce est citée du Rhöt, du Muschelkalk inférieur et supérieur, ainsi que de la Grenz-Dolomit. Il en découle que cette espèce paraît avoir une grande extension verticale.

Cassianella nov. sp. (Pl. II, fig. 1, a–d)

Un exemplaire unique de cette espèce a été entièrement dégagé à l'acide, après de nombreuses attaques successives. Cette forme se rapproche de *Cassianella beyrichii* Bittner (1895), Pl. VI, fig. 16–17) mais elle s'en distingue nettement.

Cette valve gauche, très convexe, a un crochet recourbé saillant; l'oreille postérieure ourlée, rectiligne, est nettement plus large que l'antérieure, laquelle est pointue; la ligne cardinale est droite, longue, avec une area plutôt étroite, portant du côté de l'aile postérieure deux petites dents saillantes, arrondies; entre celles-ci et la dépression triangulaire de l'attache ligamentaire, sous le crochet, apparaissent à peine deux petites dents allongées horizontalement; les deux dents latérales se confondent avec la ligne cardinale; la surface est lisse, avec quelques sillons peu visibles près du crochet. La partie marginale ébréchée se recourbait plus en avant et devait conférer à la valve droite une forme concave.

Il faut ajouter aux espèces précédemment décrites quelques Dentales, en général mal conservés.

Dans la coupe du Roc de la Pêche, les calcaires massifs compris entre les deux niveaux à algues du Virglorien renferment deux bancs à patine roussâtre en grand, due aux cloisons schistodolomitiques jaune-orange.

Le premier (niveau 12) contient quelques petites coquilles se rattachant à la faune précédente. Le second niveau formé de quelques nids (niveau 14) contient

une faune toute différente. Elle a été trouvée en place dans la crête du Roc de la Pêche.

Nous sommes tentés de paralléliser notre riche niveau fossilifère avec le premier niveau (niveau 12) du Roc de la Pêche, ce qui revient à dire que les *Worthenia* et les nombreuses espèces qui l'accompagnent apparaissent plus tôt dans notre série stratigraphique.

Quant à l'espèce *Neritaria cf. prior*, elle semble s'étendre au-delà du niveau à *Anisoporelles*, ce que confirment les observations de E. Genge qui la signale très abondante, dans les bancs à *Dentales* et *Worthenia hausmanni* (Oberste gewürmelte Kalke), associée à une faune assez semblable à celle que décrit F. Ellenberger dans le même niveau, et à celle que je viens de signaler plus haut; E. Genge cite des *Euomphalidés* (cf. *discohelix* ?); ils appartiennent probablement à la même espèce que celle figurée à la planche II, fig. 2.

2. Bancs à Dentales et Worthenia hausmanni

(deuxième faune de Mollusques)

Une quinzaine de mètres au-dessus du précédent niveau, nous retrouvons un ou deux bancs légèrement dolomitiques à patine plus claire, jaune, et qui contiennent de nombreux *Dentales* (*Entalis torquata* V. Schl. sp.) (V. Ellenberger Pl. 5, fig. 1 à 2) et des *lamellibranches* de taille moyenne, isolés (*Brevinucula* (?) ou *Palaeonucula* (?)) que je n'ai pu dégager au marteau. Des *Dentales* seuls, concentrés en nids, se répartissent isolément entre ce niveau et le précédent. Je n'ai pas pu mettre la main sur l'association caractéristique *Dentales-Worthenia hausmanni* en place, mais à Dorchaux certains blocs éboulés contiennent des nids où cette association est des plus typiques (voir Ellenbergeer Pl. 21, fig. 17).

Le Musée de Lausanne possède des moulages de *Worthenia* provenant d'un nid à *Dentales* découvert à St-Triphon, trouvaille due probablement à Mousson, en 1822 (A. Jeannet 1913, p. 191); cette forme, qui souleva une véritable polémique au début du siècle dernier déjà, fut attribuée par A. Jeannet à l'espèce *Worthenia subgranulata*, Münst. sp.; F. Ellenberger a retrouvé des restes reconnaissables de ce fossile caractéristique (*Worthenia hausmanni* Goldf. sp.) dans une carrière de la butte NW de St-Triphon ainsi que dans la coupe de Grande-Eau (Plambuit). F. Rabowski en a récolté en 1907 à la Kilchfluh, au-dessus de Taubenferrich. E. Genge les signale au Seehorn.

Il est assez surprenant de constater la grande extension paléogéographique de ce niveau malgré la répartition capricieuse de ces fossiles en nids isolés.

Ce faciès à *Dentales* introduit une touche franchement germanique dans le Virglorien de la province briançonnaise, impression renforcée par la présence des petits *gastéropodes* du genre *Omphaloptycha*.

Malgré la dispersion verticale des espèces qu'il contient, ce niveau est assez caractéristique, mais c'est surtout l'association des deux espèces *Worthenia hausmanni-Entalis torquata* qui en fait un repère précis.

La prédominance des petits *gastéropodes* et des *lamellibranches* dolomitisés dans des calcaires fins, massifs, dépourvus de délits marneux, évoquent un milieu d'herbiers, de prairies d'algues avec pullulation d'une faune naine où les formes lisses

prédominent. De tels faciès apparentent les calcaires virgloriens caractérisés par les deux premières faunes de Mollusques de la province briançonnaise au Muschelkalk inférieur de Haute-Silésie, au niveau à Dentales du Wellenkalk d'Allemagne du Sud, aux bancs à gastéropodes du Muschelkalk moyen de la Forêt Noire, au Virglorien du Val Trompia, etc.

3. Troisième faune de Mollusques et Brachiopodes

Cette faune qui débute pratiquement avec le niveau à *Physoporelles* est nettement distincte des deux précédentes.

A part le minuscule gastéropode plan-spiral attribué à *Umbonium* sp. (?) ou *Adaerorbis* sp. (?) (Pl. II, fig. 11) par comparaison avec les formes figurées par F. Ellenberger (Pl. 6, fig. 4–11) provenant des bancs à Dentales et quelques lamellibranches (*Palaeonucula* cf. *goldfussi* V. Alb.), la faune de cette zone supérieure est essentiellement représentée par une riche lumachelle de *brachiopodes*; leur test, bien que dolomitisé, est très mince et fragile et il est impossible de les dégager de leur gangue avec le marteau. De la calcite blanche s'est cristallisée à l'intérieur de la mince coquille des térébratules ce qui ne facilite guère leur extraction à l'acide; par attaque progressive on arrive cependant à mettre à jour une partie de leur coquille et il est ainsi possible de reconstituer le spécimen au moyen des différents fragments. Les espèces identifiées sont:

Spiriferina fragilis V. Schl. sp.
Coenothyris cf. *vulgaris* sp. V. Schl.

Les brachiopodes adultes atteignent 10 à 15 mm, mais ils sont accompagnés de nombreuses formes juvéniles; chez *Spiriferina*, les jeunes individus ont une coquille très bombée et un nombre de côtes réduit (Pl. II, fig. 10).

De petits gastéropodes turriculés accompagnent cette faune; ils sont semblables à ceux qu'on trouve à la base des calcaires vermiculés et dans le premier niveau à *Worthenia-hausmanni*; ils rappellent le genre *Loxonema* par leur forme mais ne présentent pas son ornementation caractéristique.

Dans les éboulis provenant des assises précédant le niveau à silex, au pied de la petite paroi située au NE du cirque de l'Ecuale, j'ai récolté des échantillons provenant d'un bloc de calcaire détritique organogène composé de tiges de crinoïdes (*Encrinus* cf. *liliiformis* Goldf.), de Dentales, de lamellibranches, dont:

Palaeonucula aff. *goldfussi* V. Alb. sp.
Brevinucula cf. *subaequilatera* Schafh.

et des moules entièrement dolomitisés de brachiopodes de l'espèce:

Cruratula sp. cf. *carinthiaca* Roth.
et *Aulacothyris* sp. aff. *angusta* Schloth.

En Vanoise, cette troisième faune de Mollusques s'étend également du niveau à *Physoporelles* au sommet du Virglorien; elle comprend des formes lisses assez peu caractéristiques en soi, mais rares ou absentes dans les autres niveaux; les seuls brachiopodes signalés, de l'espéce *Spiriferina fragilis*, ont été trouvés sur un bloc éboulé provenant du niveau à silex.

Dans les Préalpes radicales nous pouvons dire que cette troisième faune est essentiellement caractérisée par les brachiopodes. C'est le cas du Mont d'Or, où

Spiriferina fragilis et *Coenothyris vulgaris* abondent dans un niveau qui surmonte de très peu le banc à *Physoporelles*. Nous les avons retrouvés, M. H. Badoux et moi-même en faisant la coupe du Virglorien de la Dalle de Tréveneuse (Châble-Croix), dans une position identique.

Au Mont d'Or, juste au-dessous du niveau à silex, il faut ajouter les espèces *Aulacothyris* sp. aff. *angusta* Schloth. et *Cruratula* sp. cf. *carinthiaca* Roth.

Dans la série renversée de St-Triphon, quelques mètres au-dessous (stratigraphiquement) du niveau à silex, un banc de calcaires oolithiques a fourni les espèces de brachiopodes suivants (F. Jaccard, 1908): *Spirigera trigonella*, V. Schl. sp., *Spiriferina fragilis*, V. Schl. sp., *Aulacothyris angusta*, V. Schl. sp. et le lamellibranche *Gervillia* (*Hoernesia*) *socialis* V. Schl. sp.

A une quinzaine de mètres au-dessus (stratigraphiquement) le banc dit «des bassins» renferme une couche de 20 cm remplie de brachiopodes parmi lesquels ont été reconnus les espèces suivantes: *Spiriferina* (*Mentzelia*) cf. *Mentzelii*, Dunk sp., *Terebratula* (*Coenothyris*) *vulgaris*, V. Schl. sp. et var., *Aulacothyris* aff. *angusta*. V. Schl. sp. ainsi que plusieurs variétés de l'espèce *Cruratula carinthiaca*, Roth. sp.

Rares en Vanoise, les brachiopodes sont relativement abondants dans les Préalpes radicales où ils caractérisent la troisième faunule, associés à des niveaux à encrines (*Encrinus* cf. *liliiformis* Goldf.) et à des faciès oolithiques.

A. Jeannet et F. Rabowski, (1911) rapprochèrent cette faune du Muschelkalk moyen (Brachiopodenkalk de Recoaro et des lacs italiens: Lugano, Côme et Lecco). L'espèce *Spiriferina fragilis* V. Schl. sp., de la faune de Recoaro n'est pas rare dans le Muschelkalk germanique, surtout en Silésie. C'est l'une des formes courantes à Prorel (Briançonnais), à St-Triphon, au Mont d'Or, au Spillgerten et à la Zweckenalp.

La faune du Ladinien, comme nous l'avons déjà dit, est extrêmement pauvre au Mont d'Or; cette grande rareté de fossiles semble générale dans toute la province briançonnaise. A part les quelques Diplopores du troisième niveau à algues, j'ai trouvé des débris de gastéropodes dans le même niveau; la reconstitution de la forme type, à angle apical aigu (Pl. II, fig. 12) est attribuée à l'espèce *Loxonema* sp. aff. *striatum* Koken (1887, Pl. 22, fig. 13).

Ecaille de Chaudet

Les tests fragiles récoltés à Chaudet et que j'ai pu attribuer, après reconstitution (Pl. II, fig. 13) à l'espèce *Myophoria* cf. *goldfussi* V. Alb., ainsi que les abondants articles d'entroques concentrés dans un mince niveau (20 à 30 cm) appartenant presque certainement à *Encrinus liliiformis* Goldf. ($\varnothing$ = 6–8 mm), nous autorise à séparer cet affleurement de l'écaille du Mont d'Or, l'analogie avec les faciès des Préalpes radicales et également ceux de Vanoise nous fait attribuer cet ensemble calcaire au sommet du Ladinien, les cornieules qui le surmontent pourraient être carniennes.

Conclusions

Ces associations d'espèces à grande répartition verticale, même en l'absence de déterminations spécifiques rigoureuses, ont une signification zonale et régionale indubitable. Malgré les limites qui tendront peut-être à s'estomper au cours des recherches de plus en plus fouillées, la répartition de la faune virglorienne permet l'établissement de trois zones valables, quoique approximatives sur de grandes distances.

La limite entre la troisième faune de Mollusques et les deux premières est la mieux tranchée et se situe environ au 2/3 à partir de la base du Virglorien.

D. COMPARAISONS STRATIGRAPHIQUES ENTRE LES UNITÉS DE LA PROVINCE BRIANÇONNAISE

Les études de F. Ellenberger (1949 c) sur le Trias briançonnais s. lat., après celles de Corroy et R.P. Charles en Provence, l'ont amené à supprimer la prétendue barrière faunistique vindélicienne de Gümbel (voir M. Gignoux, Géologie stratigraphique, 3e édition, 1943) et à définir le concept d'une «province briançonnaise», homologue de la province de Haute Silésie, caractérisée par une flore particulière et par une faune mélangée de types germaniques, alpins et endémiques. Le Trias des Préalpes radicales appartient à cette province (Ellenberger 1950 a, 1950 c).

Les régions ou unités tectoniques dans lesquelles une parenté stratigraphique et paléontologique a été reconnue jusqu'à présent, caractérisant la dite province, sont les suivantes:

- les Alpes maritimes italiennes;
- le Pays de Vanoise, surtout occidental;
- le Briançonnais;
- les Calcaires des Pontis (Val d'Anniviers), l'écaille de Chippis, la Pierre Avoi;
- la Dalle de Tréveneuse;
- l'éperon de la ville du Nant (Hte-Savoie);
- les collines de St-Triphon (Vallée du Rhône);
- la Vallée de la Grande-Eau;
- l'écaille du Mont d'Or;
- les écailles du Rübli et de la Gummfluh;
- l'écaille du Twierienhorn et les Spillgerten (Diemtigtal);
- la klippe de Gyswil;
- la klippe de la Zweckenalp (région d'Iberg) er les Mythen (Schwyz);

Et probablement:

- la série du Barrhorn (couverture de la nappe du Gd. St-Bernard);
- les nappes du Schams (Grisons) (Splügener Kalkberge).

Parmi les anciens travaux les plus importants qui se rapportent au Trias radical des Préalpes médianes, citons ceux dus à F. Jaccard (1907), F. Rabowski (1911), A. Jeannet et F. Rabowski (1911), V. Pia (1912), A. Jeannet (1912–1913), V. Pia (1920), L. Vonderschmitt (1926), E. Andrau (1929); les plus récents travaux se rapportant à ces faciès triasiques sont dus à F. Ellenberger (1950a, 1950c, 1953a, 1958), E. Genge (1958), R. Chessex (1959).

Il n'est guère possible d'établir des correspondances stratigraphiques valables avec les coupes des anciens auteurs (à part certains profils précis de A. Jeannet) car elles ne sont pas assez détaillées et manquent de précision; d'autre part, elles ne semblent pas souvent tenir compte de la tectonique; dans la région que j'ai étudiée le cas est frappant: la coupe du Mont d'Or donnée par E. Andrau (fig. 2, p. 31) atteint 1000 m alors qu'en réalité l'épaisseur des couches sédimentaires de cet ensemble ne dépasse guère 500 m si l'on tient compte des nombreux accidents qui

l'affectent. A Dorchaux, la répétition par faille (voir panorama, planche X) des calcaires vermiculés est passée inaperçue.

Les limites inférieures et supérieures du Trias des Préalpes radicales comportent souvent des erreurs; des terrains triasiques (gypses, cornieules) appartenant à

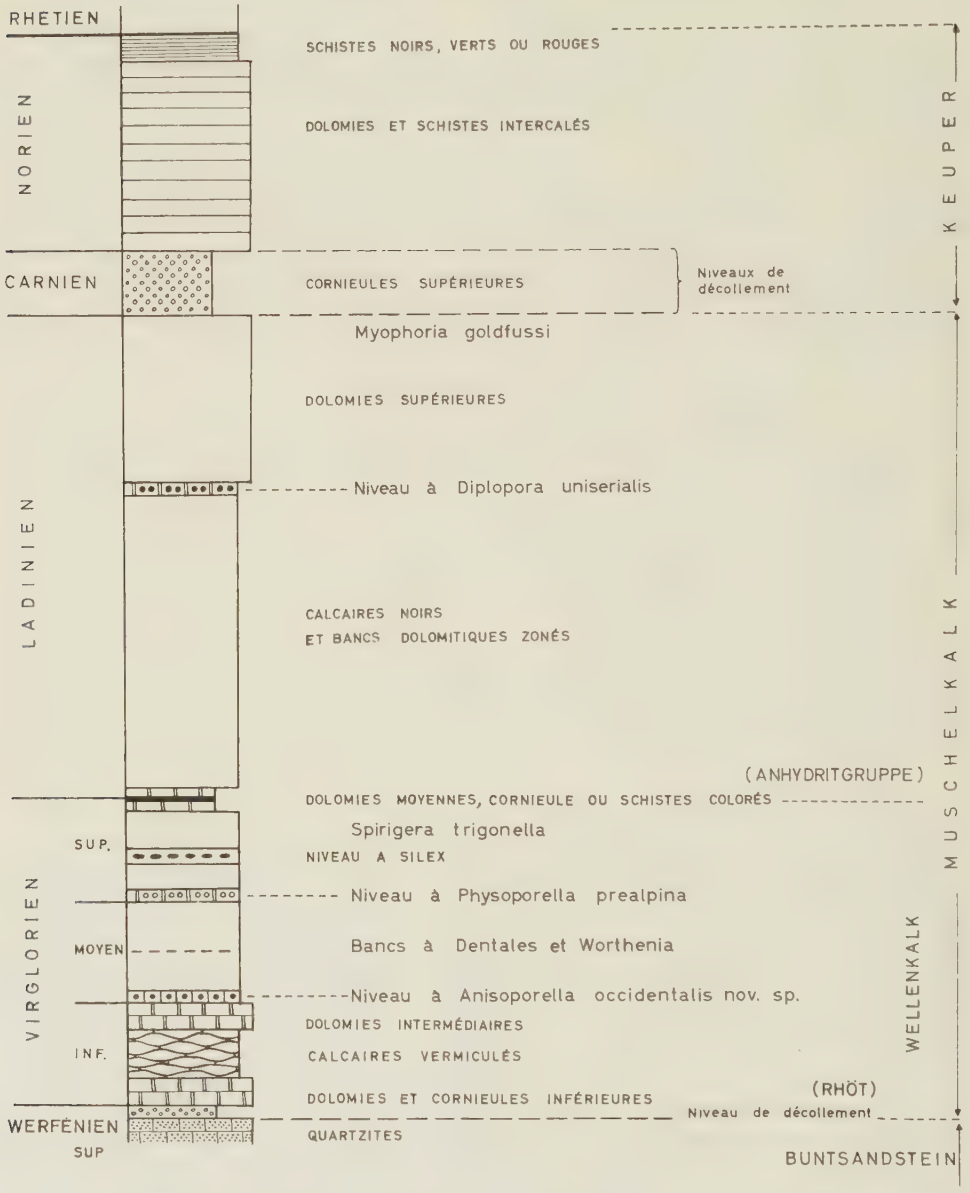


Fig. 7. Coupe synthétique du Trias de la province briançonnaise.
(Valable dans l'ensemble de la province briançonnaise pour le Virglorien-Ladinien; le Carnien-Norien, très variable, est représenté ici par le profil type de la Grande-Eau.)

d'autres unités (ultrahelvétiques), rattachés alors aux Médianes doivent en être séparés (par exemple les gypses et les cornieules de l'arête Pierre du Moëllé–Mont d'Or).

En France, les études très détaillées du Trias de la Vanoise par F. Ellenberger (1958) ont fourni les plus précieux renseignements. Trois coupes du Virglorien de la Vanoise (p. 175), échelonnées longitudinalement sur 10 km, ont montré une assez grande variabilité dans les détails lithologiques; mais les subdivisions stratigraphiques fondamentales demeurent, malgré les variations d'épaisseur des séries. C'est principalement avec la coupe du Roc de la Pêche que j'ai obtenu les meilleures correspondances stratigraphiques[6]). Le parallélisme de ces deux séries distantes de près de 200 km est étonnante.

La coupe du Virglorien de la Dalle de Tréveneuse, étudiée avec M. H. Badoux en automne 1959 et décrite précédemment (p. 53) nous a également permis d'établir des comparaisons intéressantes; cette coupe (fig. 4, p. 54) débute au niveau de la plaine du Rhône et se poursuit en montant la bifurcation N du Châble-Croix.

Les levés géologiques faits dernièrement à St-Triphon par M. H. Badoux que j'ai eu le plaisir d'accompagner dans le tranquille décor de ces collines triasiques ainsi que la coupe de Plantour que j'ai étudiée au bord de la route, à un km environ au S d'Aigle me permettent une fois de plus de souligner la grande similitude des séries triasiques des Préalpes radicales.

L'étude de la puissante série triasique de la Grande-Eau, faite par A. Jeannet (1912–1913) a été reprise par F. Ellenberger (1950b) qui en a donné une coupe synthétique; le levé géologique repris à nouveau en détail par M. H. Badoux paraîtra prochainement sur la nouvelle feuille de l'Atlas Géologique Suisse au 1:25000 Monthey N° 37.

Les récents travaux de E. Genge (1958) dans la région des Spillgerten m'ont donné l'occasion d'établir d'utiles comparaisons avec les faciès triasiques du Mont d'Or en particulier et ceux de la province briançonnaise en général.

1. Le Werfénien

Dans le Briançonnais (J. Debelmas, 1955), le Werfénien est représenté par des quartzites, homologues du Buntsandstein germanique; il se termine par des cargneules et schistes versicolores, surmontés par des calcschistes vermiculés du Virglorien. En Vanoise, les quartzites werféniens passent à des cornieules (niveau gypsifère inférieur) par l'intermédiaire de quartzites verts et pourpres, puis de grès dolomitiques, à membranes schisteuses. Ces cornieules dérivent rarement de brèches à fragments anguleux de calcaires et de dolomies, mais résulteraient de dolomies franches attaquées par des solutions sulfatées. F. Ellenberger les rattache encore au Werfénien (p. 157). Exceptionnellement, des couches de schistes gris quelquefois barriolées alternent avec des lits de dolomies à patine brunâtre, souvent bréchoïdes (brèches intraformationnelles); chose importante, on les retrouve à la base des calcaires vermiculés (Lac Blanc). Dans quelques coupes ces schistes dolomitiques

[6]) Sur le tableau stratigraphique (Planche VIII), la série virglorienne du Roc de la Pêche, portée en regard de celle du Mont d'Or a été réduite de $^1/_4$ par rapport à celle-ci, pour en faciliter la mise en page.

brun-foncé et gris-noir, bréchoïdes, atteignent 10 à 20 mètres et dans ce cas paraissent avoir formé le gros du niveau lagunaire inférieur.

Au Mont d'Or, les cornieules inférieures présentent à peu près les mêmes caractères et elles sont surmontées par des dolomies à pellicules schisteuses noirâtres. A défaut de preuves paléontologiques et en l'absence des quartzites sous-jacents, nous hésitons à leur attribuer un âge werfénien certain; en tout cas, elles marquent un changement de sédimentation indiquant une phase à salinité anormale et qui correspondrait au niveau gypsifère inférieur.

Les observations que j'ai faites dans la carrière de Chalex, dont la coupe a été décrite en détail par A. Jeannet (1913, p. 175) me permettent d'affirmer que les quartzites blancs à patine roussâtre, attribués au Werfénien, sont en contact tectonique avec les bancs à *Anisoporelles*, dont ils sont séparés par une zone broyée de calcaires siliceux cornieulisés. Cette lame de quartzites est sertie dans les calcaires dolomitiques; les «calcaires vermiculés vrais» ont été supprimés tectoniquement. Dans les éboulis, j'ai récolté un échantillon riche en fossiles de l'espèce *Neritaria* cf. *prior* E. Picard, provenant du niveau à gastéropodes qui accompagne généralement le premier niveau à Diploporidées.

2. Le Virglorien

L'étude attentive des régions précédemment citées montre que, dans le Virglorien-Anisien, trois ensembles lithologiques se retrouvent partout:

1) Le *Virglorien inférieur*, caractérisé par les «calcaires vermiculés» vrais, généralement encadrés par deux séries dolomitiques.
2) Le *Virglorien moyen* formé de calcaires foncés fins, limité à la base par le niveau à *Anisoporelles*, et au sommet par le niveau à *Physoporelles*, non compris.
3) Le *Virglorien supérieur*, caractérisé par les calcaires plus ou moins oolithiques et les calcaires à silex; il débute par les bancs à *Physoporelles* et se termine par un niveau d'émersion ou du moins à tendance régressive, coïncidant avec un grand changement dans les faciès lithologiques (schistes colorés, cornieules).

Le Virglorien inférieur

Les «calcaires vermiculés vrais», épais en moyenne de 20 à 30 m, du Virglorien inférieur, sont en général bien encadrés par deux niveaux dolomitiques; les bancs dolomitiques du sommet (D_2) sont bien développés en Vanoise (Roc de la Pêche, Col du Biol); les dolomies inférieures ne sont bien visibles qu'au Roc de la Pêche où elles comprennent un niveau de schistes.

Dans les zones subbriançonnaises et briançonnaise occidentale, les calcschistes vermiculés forment un niveau facilement repérable et très caractéristique de la base des calcaires triasiques; il est peu ou pas fossilifère.

L'affleurement triasique de la ville du Nant (R. Chessex 1958, p. 300) débute par une dolomie, rose, grenue, et des calcaires dolomitiques (5 à 6 m) surmontés par une vingtaine de mètres de calcaires vermiculés et à «pieds de bœufs»; ils sont couronnés par 1 mètre de dolomie rose (équivalent de D_2) et 8 m de calcaires dolomitiques.

A Tréveneuse, les calcaires vermiculés vrais sont cachés par les moraines; les premières assises visibles sont formées par un banc dolomitique jaune de 1 m environ ($= D_1$) surmonté par une vingtaine de mètres de dolomies claires.

A l'W du village de St-Triphon, les calcaires vermiculés de cette série renversée couronnent le sommet de la colline où ils sont coiffés par les dolomies inférieures. Dans la vallée de la Grande-Eau, les dolomies inférieures ne sont guère visibles, sauf à la Cheneaudaire au NW de Panex.

A l'E de Chalex, les premiers niveaux visibles du Trias des Préalpes radicales sont, d'après les levés géologiques de M. H. Badoux, les «calcaires vermiculés vrais», parfois en contact direct avec la cornieule ultrahelvétique de la Nappe de Bex–Laubhorn (Bois de la Glaive).

Au Mont d'Or, les «calcaires vermiculés vrais» ont une puissance moyenne de 25 m; tout le long de la chaîne, ils sont encadrés par 2 niveaux dolomitiques à patine jaune (D_1 et D_2) qui le limitent avec précision.

Le Virglorien de la région Rübli-Gummfluh ne semble pas offrir de grandes différences stratigraphiques avec les niveaux du Mont d'Or, mais les levés de F. Jaccard (1907) sont insuffisants pour permettre une comparaison rigoureuse. Ils laissent prévoir des complications tectoniques.

A la base de l'écaille du Twierienhorn (Rothorn), les calcaires vermiculés, épais d'une trentaine de mètres, surmontent également une série dolomitique de vingt mètres environ (E. Genge 1958).

La digitation des Spillgerten débute, selon E. Genge, par une série dolomitique (Beigegrauen Dolomit), le plus souvent cachée par les éboulis.

Actuellement nous ne possédons pas encore de descriptions stratigraphiques détaillées du Trias à faciès radical des klippes de la Suisse centrale (région de Giswyl, Zweckenalp, Mythen) ni des nappes du Schams. Il n'est de ce fait pas possible d'établir des correspondances lithologiques valables avec ces régions.

Le Virglorien moyen

Le premier niveau à *Diploporidées* est en général compris dans les premiers bancs calcaires surmontant le deuxième niveau dolomitique; la limite entre ces deux faciès calcaire et dolomitique est franche ou progressive, mais dans ce dernier cas le passage de l'un à l'autre ne semble pas s'étendre sur plus de 10 m.

Les roches comprises entre les 2 niveaux à *Diploporidées* du Virglorien ne présentent pas des faciès caractéristiques communs à l'ensemble de la province briançonnaise, à quelques exceptions près. L'épaisseur de cet ensemble, beaucoup plus variable, résulte très probablement d'une subsidence plus active dans certaines parties du bassin sédimentaire; les niveaux paléontologiques (nids à *Dentales* et *Worthenia*) gardent leur position médiane entre les 2 niveaux à algues mais en sont séparés par une épaisseur variable de sédiments. Les puissances varient d'une cinquantaine de mètres (au Mont d'Or) à plus de 100 m (Tréveneuse, Grande-Eau, Spillgerten); au Lac Blanc (Vanoise) il ne mesure que 35 m.

Ce qui frappe le plus dans les Préalpes radicales ce sont les récurrences du faciès vermiculé; alors qu'au Mont d'Or et en Vanoise ce faciès a presque entièrement disparu au-dessus du niveau à *Anisoporelles*, en d'autres lieux il y est parfois encore fort bien représenté. Il en est ainsi à Tréveneuse et dans la vallée de la Grande-Eau où F. Ellenberger (1950 c) indique une épaisseur de 100 m environ de calcaires vermiculés ou à cloisons dolomitiques et schisteuses anastomosées, au-dessus du niveau à *Anisoporelles*; c'est d'ailleurs ce dernier faciès à cloisons ondulées qui pré-

domine largement; les niveaux à boudins vermiculés ou «pieds de bœufs» sont occasionnels et se concentrent dans de minces bancs. Au Spillgerten, E. Genge a défini 3 niveaux vermiculés: le premier (Unterste gewürmelte Kalke) correspond à nos «calcaires vermiculés vrais», le deuxième (mittlere gewürmelte Kalke) pourrait être l'équivalent de notre niveau (15) bien lité, et le troisième (oberste gewürmelte Kalke) renferme les nids à *Worthenia hausmanni* et *Entalis torquata*.

Entre le niveau à *Anisoporelles* et les bancs à *Dentales* il faut noter la présence de curieux accidents dolomitiques attribués à des pseudomorphoses de gypse (Rhomboedrische Dolomitsprenkel); ils ont été signalés en Vanoise, à St-Triphon, au Mont d'Or, au Twierienhorn et aux Spillgerten.

Un autre caractère particulier, commun à certains bancs calcaires situés entre les bancs à *Dentales* et le niveau à *Physoporelles* est la présence de granules dolomitiques pseudoolithiques; F. Ellenberger les a trouvés en Vanoise, je les ai observés à Tréveneuse et au Mont d'Or, E. Genge les signale aux Spillgerten.

Le Virglorien supérieur

Les faciès de cet ensemble se différencient en gros des deux niveaux précédents par l'apparition de calcaires oolithiques, de calcaires plus grenus, clairs, parfois spathiques, mais sans exclure les calcaires foncés, fins.

Le niveau lithologique commun à presque toutes les régions de la province briançonnaise est le faciès spécial accompagnant les bancs à *Physoporelles* (voir n° 24, p. 44); F. Ellenberger le caractérise par l'apparition dans les calcaires d'accidents dolomitiques tuberculeux et anfractueux, et de calcaires à ooïdes, ainsi que par l'absence usuelle de patine jaune.

Le plus sûr repère stratigraphique de la province briançonnaise est incontestablement le niveau à silex; ce niveau a souvent passé inaperçu comme les niveaux à algues d'ailleurs, car il faut scruter la roche de très près pour découvrir les nodules siliceux; il se compose de plusieurs bandes de rognons plus ou moins serrés pouvant s'étaler sur une épaisseur de plus de 20 m (Vanoise, Tréveneuse etc.); mais parfois il est réduit à 2 ou 3 m (St-Triphon, Mont d'Or, etc.). C'est surtout grâce à ce dernier niveau qu'il m'a été possible de mettre en évidence les nombreuses complications tectoniques de la chaîne du Mont d'Or.

3. Limite Virglorien-Ladinien

Le niveau lithologique repère marquant la séparation entre le Virglorien-Anisien et le Ladinien se trouve dans presque toutes les séries connues de la province briançonnaise, avec des faciès variables, mais indiquant toujours un milieu peu profond ou une émersion de courte durée.

Dans plusieurs chaînons de la Vanoise occidentale (Roc de la Pêche, Portetta, Lac Blanc) un niveau peu puissant (0,1 à 1 m) de schistes dolomitiques verdâtres, à patine orangée, sépare les deux ensembles lithologiques nettement distincts. Plus au S, dans le massif de Roche Gauthié, M. Lemoine a observé à ce niveau un véritable sidérolithique formant des poches sanglantes entre les deux étages du Trias calcaire. Dans le massif de Portetta, on retrouve localement des brèches roses de remaniement, presque certainement continentales. Aussi F. Ellenberger a-t-il

admis que le banc des «schistes rutilants» témoigne d'une émersion passagère mais étendue ou d'un long arrêt de sédimentation.

Des calcaires dolomitiques rosés et bréchoïdes passant à de véritables brèches à éléments grisâtres, clairs, cristallins, avaient déjà été observés par A. JEANNET (1913 p. 181) au haut de la colline de St-Triphon au NE du village; leur position, renversée, au-dessus du Ladinien semblerait les placer à ce même niveau.

A. JEANNET fait remarquer que ces calcaires bréchoïdes ne doivent pas être confondus avec des brèches rosées ou grises à éléments anguleux qui jalonnent les failles sur une épaisseur d'une dizaine de centimètres (brèches de friction); j'ai pu faire des observations semblables au Mont d'Or.

A Tréveneuse (Câble-Croix), il est épais de 1,5 m environ et remarquable par sa couleur; le niveau limite est formé de schistes argileux micacés d'une teinte rouge-rosée, lie de vin.

Au Mont d'Or, dans la coupe des Anteinettes, il est constitué par un banc de cornieule, épais de 1 m, encadré de part et d'autre par une dizaine de mètres de schistes et bancs dolomitiques fortement colorés en surface en jaune, à intercalations ferrugineuses roussâtres. J'ai désigné ce banc (N° 37) sous le nom de «Cornieules moyennes».

Au Spillgerten, la série dolomitique, séparant les calcaires du Virglorien supérieur de ceux du Ladinien inférieur, a été décrite sous le nom de «Dreibankserie»; cette «triade», épaisse de 18 m qui, comme au Mont d'Or, se distingue de loin dans les parois rocheuses, groupe des couches de calcaires oolithiques, de calcaires vermiculés à patine jaune et de calcaires non typiques. Elle se termine par 20 cm de schistes jaunes à rougeâtres; elle est surmontée par 7 m de dolomies grises bien litées et 70 cm de dolomies marneuses bigarrées fortement litées, jaunes, rougeâtres ou verdâtres, suivies par un niveau bréchique.

En général, nous pouvons dire que cette troisième série dolomitique qui peut atteindre une trentaine de mètres ou plus est très variable dans le détail; il n'est pas toujours possible de fixer très exactement la limite séparant les 2 étages Virglorien et Ladinien; elle est généralement marquée par la présence d'un mince niveau (1 m) de schistes jaunes, orangés, roses ou bariolés, ou par de la cornieule.

4. Le Ladinien

L'épaisseur du Ladinien varie entre 250 m (Mont d'Or) et 600 m (Tréveneuse) avec une moyenne de 300 m. Elle est caractérisée par des superpositions variables de calcaires fins, sombres, et de dolomies à patine jaune; elle l'est aussi par l'extrême rareté des fossiles.

En gros, on peut la subdiviser en un terme inférieur où les calcaires fins, noirs, pouvant contenir des Encrinus liliiformis, prédominent, et un terme supérieur essentiellement constitué de dolomies cendrées, les «Dolomies supérieures», dans lesquelles on a des chances de trouver les algues du «troisième niveau à Diploporidées» (*D. uniserialis*) et les *Myophoria goldfussi*.

L'une des principales différences entre les Médianes rigides et le Briançonnais–Vanoise, est que:

a) dans les premières, il y a beaucoup moins de dolomie aussi bien dans le Virglorien que le Ladinien, sauf au sommet de celui-ci;

b) les Diplopores ladiniens sont calcaires dans les premières, siliceuses dans les secondes.

Notons encore que l'analogie entre le Ladinien du Mont d'Or et celui de la Grande-Eau (Ellenberger 1950 c, niveau g à j) est assez bonne.

5. Carnien-Norien

A partir du sommet du Ladinien, il est plus difficile de reconnaître des analogies lithologiques entre les différentes séries de la province briançonnaise où l'on note d'assez grandes variations. La stratigraphie du Trias supérieur est rendue difficile par le manque de coupes continues, des niveaux plastiques ayant favorisé le décollement entre les niveaux supérieurs et la série compacte et rigide du Virglorien-Ladinien.

En Vanoise, le sommet du Trias est en général formé par des couches dolomitiques non datées pouvant passer de façon continue au Lias inférieur: c'est le cas du Roc de la Pêche, où le Carnien ne se distingue pas du Ladinien ou du Norien. Or le Carnien est connu ailleurs (Dent de Villau) sous la forme de couches Lagunocontinentales (schistes à Equisetum, gypse etc.); rien de tel n'existe dans la coupe apparemment continue du Roc de la Pêche.

Dans plusieurs coupes, le Trias calcaire se termine par des dolomies à faunes marines noriennes, passant au Rhétien; ces dolomies très fines à patine blanche, en gros bancs bien stratifiés à minces intercalations de schistes argileux verdâtres, sont datées par une forme de Worthenia sensiblement identique à la *W. solitaria auct.* de la Hauptdolomit austro-alpine, ou au Worthenia contabulata du Norien des Alpes cottiennes (Conti). Malheureusement, dans aucune de ces coupes étudiées, le Trias sous-jacent n'est complet. Sa puissance peut atteindre 300 à 400 m (Ellenberger 1958 p. 197), mais sans que l'on observe jamais en même temps des couches calcaires à faciès virglorien ou ladinien.

Dans beaucoup de cas, tout le Trias supérieur manque. Le sommet du Trias formé par les dolomies à *Myophoria goldfussi* et *Diplopora uniserialis* est en contact avec les gypses ou cornieules «exotiques», ou avec le Jurassique transgressif.

A Tréveneuse[7]) les calcaires du Malm supérieur reposent directement sur les «dolomies supérieures» ou sur les calcaires noirs ladiniens. Au contact du Trias et du Malm on trouve une zone à bauxite siliceuse qui a été étudiée et analysée récemment par H. Badoux et G. de Weisse (1959). Cette récente étude ajoute une analogie de plus entre les Préalpes rigides et la Vanoise où un niveau de bauxite métamorphisée, décrit par F. Ellenberger (1955), occupe la même position stratigraphique que le sidérolithique de Tréveneuse.

D'après les observations de A. Jeannet, les «cornieules supérieures» et les roches associées représentent un niveau stratigraphique déterminé et bien distinct que l'on peut suivre presque sans interruption du Grand-Hôtel d'Aigle jusqu'au Pont-de-la-Tine, sur la rive gauche de la Grande-Eau, soit sur une distance de 5 km. Elles ont été attribuées au Carnien ou Raibl par A. Jeannet et M. Lugeon. Cette cornieule n'est pas partout massive et présente de fréquentes intercalations

[7]) Dréveneuse sur la nouvelle feuille de l'Atlas Géologique Suisse.

de marne noire, jaunâtre, brune ou rousse, en même temps qu'un faciès spécial de la dolomie; lorsqu'elle n'est pas cornieulisée, celle-ci se présente comme une masse grenue, un peu marneuse, pulvérulente, de faible consistance; elle est gris-clair et non compacte.

Ces observations sont confirmées par F. Ellenberger (1950 c) qui note un niveau (k) de cornieules épaisses de 30 m ou plus, surmontant les dolomies supérieures à patine brunâtre avec des lits marneux s'épaississant au sommet (niveau j), ainsi que par les levés récents de M. H. Badoux.

Dans plusieurs coupes de la Grande-Eau (voir A. Jeannet p. 174) les calcaires supérieurs attribués au Norien passent en continuité au Rhétien ou sont tranchés par les couches à *Mytilus*, ou même par le Malm. Ils consistent en calcaires dolomitiques et dolomies blondes à pâte claire et grain fin, parfois bréchoïdes, en bancs de 20 à 100 cm séparés par des couches de marnes dolomitiques blanches. Cette série, puissante de 100 à 150 m en moyenne devient de plus en plus importante à mesure que l'on remonte la Grande-Eau. Partout où le contact avec le Rhétien est visible, on remarque au sommet du Norien la présence d'un niveau en partie marneux, épais de 15 à 20 m formé de marnes vertes, grises, noires ou jaunâtres alternant avec des bancs de dolomies blondes pulvérulentes et de calcaires dolomitiques noirâtres. Les argilites sombres annoncent le Rhétien auquel le Trias passe graduellement. Ce faciès est déjà proche de celui des Médianes plastiques et du Subbriançonnais.

Au Mont d'Or, les cornieules attribuées par analogie au Carnien sont bien représentées dans la coupe des Anteinettes ainsi que sur l'arête aboutissant au point 1923, où le passage aux «dolomies supérieures» est progressif.

Le Norien est partiellement représenté sur l'arête de la Pierre du Moëllé–Mont d'Or par quelques bancs de dolomies blondes pulvérulentes et des schistes verts, et dans une doline située 200 m à l'ESE du point coté 1'731,4 au S de Charbonnière où ces roches sont en contact avec les gypses ultrahelvétiques.

Dans les écailles du Rübli et de la Gummfluh le Ladinien supérieur est, comme à Tréveneuse, directement transgressé par les couches à *Mytilus*.

Dans la région des Spillgerten-Seehorn, le Ladinien se termine par une zone de dolomies claires, épaisses de 65 m. Par analogie avec le profil de la Grande-Eau établi par F. Ellenberger (1950 c), E. Genge place la limite Ladinien-Carnien au sommet de ces dolomies qui se terminent, comme dans la Grande-Eau, par un épaississement des délits marneux au sommet. Mais à la place de la cornieule supérieure nous trouvons au-dessus du précédent niveau une quarantaine de mètres de calcaires gris-clairs à noirs, plus où moins dolomitiques dans lesquels ont été trouvées des *Myophoria goldfussi* V. Alb., que F. Ellenberger a rapprochées des formes à coquilles épaisses du Ladinien supérieur de la Vanoise où elles sont accompagnées de toute une faune non encore étudiée (*Dentales*, «*Avicules*», *Loxonema*, Pectinidés, Cyprinidés, etc.). Les mêmes formes avaient déjà été récoltées par F. Rabowski (1911) sur le versant N du Rothorn, près de l'arête.

Ces dolomies fossilifères sont surmontées par un ensemble d'une trentaine de mètres de calcaires dolomitiques stériles analogues à ceux de la Grande-Eau, attribués au Norien; il est limité au sommet par un niveau repère de schistes jaunes

(1 m) comparable aux argilites barriolées, qui, dans la Grande-Eau, annoncent le passage au Rhétien.

Mais sur ce niveau repère reposent, sur tout le versant gauche de la vallée du Diemtigtal, des brèches dolomitiques atteignant par endroits 70 à 80 m d'épaisseur; elles sont identiques aux brèches intraformationnelles que j'ai signalées dans le niveau dolomitiques qui surmonte les «calcaires vermiculés vrais». Le Rhétien n'est nulle part visible, les couches à Mytilus sont transgressives sur tout le Trias supérieur de cette région.

Dans le Trias bétique (Calar de Santa Barbara), étudié par P. Fallot et S. Sole (1954), le passage du Ladinien calcaire aux dolomies du Trias supérieur tend à faire envisager que le Carnien, mal différencié, comporte un régime qui continue celui du Ladinien et où se perpétuent encore les pistes ou pseudo-fucoïdes, équivalents probables des «pieds de bœufs» des Préalpes radicales.

E. LE TRIAS DES PRÉALPES MÉDIANES PLASTIQUES

Le Trias des Médianes affleure dans le cœur des anticlinaux, presque toujours dans des zones à tectonique complexe où les relations et les épaisseurs des terrains sont difficiles à estimer. Quatre formations triasiques distinctes y sont visibles: le gypse, le Grès à Roseaux, la cornieule et les dolomies blondes. Les deux derniers niveaux, dont la position stratigraphique est sans équivoque, sont remarquablement constants; ils appartiennent au Keuper.

La cornieule est généralement grise, plus rarement jaune, vacuolaire et cloisonnée. Les dolomies qui la surmontent mesurent entre 80 et 120 m d'épaisseur. Ce sont des roches à pâte fine, crème ou blanche, en bancs de 20 à 100 cm, dont les surfaces finement cannelées sont couvertes d'une poudre blanche dolomitique. Vers le bas, les délits séparant les bancs sont faits de marnes dolomitiques claires; vers le haut, les zones schisteuses deviennent plus argileuses, vertes ou rouges, puis noires et peu après apparaissent les premiers fossiles rhétiens.

Pugin (1951) signale dans l'anticlinal de Gruyères, à la base du complexe dolomitique, une faune de petits gastéropodes (*Delphinula*, *Pleurotomaria*) et de lamellibranches (*Astarte*, *Gervillia*, *Modiola*, *Myophoria*, *Mytilus*[8]) non déterminés spécifiquement; cette faune rappelle celle du Keuper décrite par Stoppani (1860) dans la dolomie d'Esino.

Une faune de Nucules et de gastéropodes du genre *Margarita* (*Delphinula*) sp. ind. a été trouvée par Ph. de Boissieu (Travail de diplôme inédit, Lausanne), dans l'anticlinal de l'Epine (Hte Savoie), dans une position identique.

Les Dolomies blondes appartiennent au Norien et les cornieules sous-jacentes probablement au Carnien. Nous remarquons que cette série keupérienne est identique à celle du flanc renversé du synclinal de Leysin où le Trias offre, dans la Grande-Eau, une coupe complète et continue du Virglorien inférieur au Norien supérieur passant au Rhétien.

Les affleurements des Grès à Roseaux, associés aux deux niveaux décrits précédemment, sont rares. Citons par exemple, celui qui apparaît sur la rive droite de

[8]) Il est fort possible qu'il s'agisse de faunes néritiques inédites, spéciales à la province briançonnaise.

l'Avançon, torrent qui gagne la plaine du Rhône entre Vionnaz et Vouvry, où les grès à *Equisetum* sont enclavés dans le gypse broyé, avec des calcaires dolomitiques; J. Ricour & R. Trümpy (1952) signalent dans ces derniers une faune de mollusques peu caractéristiques. Dans ce cas, la tectonique complexe, qui résulte de la proximité d'un plan de chevauchement dans l'axe de l'anticlinal, ne permet guère de juger des relations du grès et des roches encaissantes.

Dans le secteur de Chavornaire-Pointe de la Chaumény (H. Badoux, La géologie des Préalpes valaisannes, inédit), par contre, les Grès à Roseaux, associés aux Calcaires dolomitiques blonds avec lesquels ils sont plissés, sont concordants; cette disposition, qui se répète également sur le territoire savoyard dans la prolongation de cette zone, ne saurait être tectonique. Cet ensemble est formé de schistes sombres ou verts, dépourvus de ciment calcaire. Les débris de plantes sont localement abondants.

Dans quelques coupes de la série de Val-d'Isère-Ambin (Ellenberger 1958, p. 196), les dolomies à faciès ladinien terminal sont surmontées par quelques mètres de schistes et grès feldspathiques noirs absolument identiques aux lentilles fossilifères à flore du Keuper intercalées dans les gypses «exotiques» de la «Nappe des gypses». Mais ici, ce Keuper réduit n'est accompagné d'aucune trace de sédiment salifère (cargneules, gypses, etc.). Il est directement surmonté par le Lias ou le Malm. Au-dessus des schistes noirs, on n'observe aucune récurrence dolomitique pouvant représenter un Norien marin.

Le gypse est beaucoup plus fréquent dans les cœurs anticlinaux des Médianes que les grès, associé avec les roches triasiques dont l'appartenance à ces dernières est certaine; mais les contacts, souvent masqués par le glaciaire, sont toujours discordants et nulle part ce dépôt lagunaire n'a pu être observé en continuité stratigraphique avec les dolomies ou les cornieules.

Dans leur ouvrage de 1941, M. Lugeon et E. Gagnebin ont émis l'hypothèse selon laquelle les gypses apparaissant au cœur des anticlinaux des Médianes devaient être attribués à l'Ultrahelvétique; cette hypothèse s'est depuis lors vérifiée dans plusieurs cas, où le gypse, par exemple, est accompagné par des roches appartenant aux Préalpes internes. Un des arguments en faveur de leur hypothèse, à laquelle se rallie J. Ricour, est le fait que dans la Grande-Eau, où le Trias est complet, il n'y a ni Grès à Roseaux, ni gypse, alors que ces terrains abondent dans l'ultrahelvétique, immédiatement au S.

A notre avis, l'appartenance du gypse aux Préalpes médianes est très improbable, les raisons de supposer un changement des conditions de dépôt du Keuper de la zone radicale au front de la nappe n'ayant été, jusqu'ici, soutenues par aucun fait précis sauf pour le cas exceptionnel des faciès grèseux de la région Chalavornaire-Pointe de la Chaumény, cités plus haut.

La grande analogie entre les faciès des Préalpes médianes et radicales et ceux du Pays de Vanoise nous autorise à appuyer ce point de vue par les conclusions de F. Ellenberger (1958, p. 211), à propos de l'origine des gypses du Keuper:

«Tous les gypses, presque toutes les cargneules du Pays de Vanoise sont en situation anormale évidente. Nulle part, nous n'avons observé de coupes où le Trias calcaire soit régulièrement surmonté par le Keuper gypseux, dans des conditions indiscutables de repos tectonique et de liaison stratigraphique.

Dans presque tout notre domaine, le Jurassique repose directement sur le Trias calcaire, sans la moindre trace d'un épisode lagunaire, d'un «niveau gypsifère supérieur». C'est ce que M. Gignoux et L. Moret n'ont cessé de souligner dans le Brian-çonnais.»

L'origine du Trias gypseux devient dès lors un problème plus tectonique que stratigraphique. C'est ce que nous essayerons de démontrer à propos des gypses de Charbonnière que E. Twerenbold (1955), à l'encontre de M. Lugeon et E. Gagnebin (1941), attribue aux Préalpes Médianes.

F. TECTONIQUE

A première vue, la chaîne du Mont d'Or se présente comme une série isoclinale très régulière, sans grands accidents tectoniques apparents. Ce n'est que par l'étude très attentive et simultanée de la stratigraphie et de la tectonique qu'il m'a été possible d'une part d'établir une coupe stratigraphique valable et d'autre part de faire ressortir l'architecture relativement compliquée de cet ensemble.

Les observations sur le terrain ont été complétées et précisées par l'étude des couples stéréoscopiques aériens et terrestres mis à ma disposition par le Service Topographique Fédéral.[9])

Les cirques de l'Ecuale et de Dorchaux offrent deux excellentes coupes naturelles dévoilant la complexité de la tectonique.

L'étude stratigraphique qui précède a démontré que la chaîne du Mont d'Or est une écaille complexe de Trias en position renversée, puissante de 500 mètres et appartenant au bord radical des Préalpes Médianes.

Cet ensemble, nageant sur les terrains plastiques du Flysch et du gypse, peut être divisé en quatre segments distincts; ce sont, du SW au NE (voir planche XI):

1) L'«écaille supérieure» et la petite écaille fortement imbriquée ou «écaille intermédiaire».
2) L'«écaille inférieure» formée par la haute arête comprise entre les points 2122 et 1987.
3) Le segment de Dorchaux, compris entre les points 1987 et 1984.
4) Le segment qui, du point 1984, termine l'arête en direction de l'Hongrin.

1) L'écaille supérieure, qui comprend le sommet du Mont d'Or (2175 m), est limitée par un plan de chevauchement dont la trace est bien visible dans le cirque de l'Ecuale où les calcaires sombres du Ladinien chevauchent en discordance les calcaires dolomitiques à patine jaune (niveau D_3) de l'écaille intermédiaire.

L'écaille supérieure est hachée par un grand nombre de failles et cassures dont l'importance est difficile ou même impossible à apprécier sans niveau repère; à la base de l'écaille par contre, au N de Chaudet, leur rejet peut être évalué grâce à la présence des niveaux fossilifères du Virglorien.

---

[9]) Les documents photographiques utilisés sont les suivants:

Vues aériennes : Photos N° 548, 549, 550, 551, 552.
Vues terrestres : Station 1869, Pointe de Chaussy;
Station 1877, Pointe d'Aveneyre;
Station 1878, Montérel.

Du sommet du Chamossaire, on voit nettement que la partie SW de la chaîne du Mont d'Or vient s'appuyer contre la masse résistante constituée par les calcaires massifs de l'anticlinal des Tours d'Aï; dans la région de la Pierre du Moëllé, le synclinal de Leysin a, de ce fait, subi un écrasement et il y est fortement pincé. L'écaille supérieure, tout en subissant une surélévation, est restée en arrière par rapport au reste de la chaîne qui, elle, a pu s'avancer à cause de la moindre résistance que lui opposaient les masses de Flysch et de gypse ultrahelvétiques qui la séparent de l'anticlinal des Tours d'Aï; ce dernier s'ennoie sous le Flysch au NE de la Pierre du Moëllé grâce à une forte descente axiale, puis réapparaît dans les gorges de l'Hongrin.

2) La deuxième partie de la chaîne qui comprend le plus haut sommet, le Gros Van (2188 m), est constituée par un ensemble massif; elle est limitée au SW par un plan de faille oblique qui, mal visible depuis la Pierre du Moëllé, s'observe très bien avec un recul suffisant, depuis la Pointe d'Aveneyre par exemple (voir panorama, planche XI). Dans le cirque de l'Ecuale, ce plan apparaît distinctement au sommet du grand cône d'éboulis (panorama, planche IX) puis il passe juste au-dessus des couches dolomitiques à patine jaune D_2 qui sont relevées à la verticale à son contact.

Les accidents relativement peu importants qui recoupent ce deuxième segment sont orientés dans trois directions privilégiées, soit: une série de failles parallèles au plan de chevauchement de l'écaille supérieure; une série de failles inclinées vers le NE; ces deux systèmes de failles sont recoupés par des cassures verticales qui résultent probablement de tassements inégaux dans la base gypseuse et schisteuse sur laquelle le massif calcaire tout entier semble reposer.

Une faille normale, d'un rejet de 50 mètres environ limite ce segment au SW de Dorchaux. L'effet de la tension s'est, en plus, manifesté par un faisceaux de diaclases en éventail (panorama, planche XI).

Dans la coupe naturelle de Dorchaux, on peut encore observer plusieurs plans de décollement qui suivent la stratification des couches ou les traversent en biseau.

3) Le troisième segment apparaît dans la morphologie nettement surbaissé par rapport au précédent; il est recoupé par quelques cassures sans importance; une faille verticale, bien marquée dans la topographie, le limite au NE. Elle est soulignée par une zone d'éboulis active.

4) Le segment qui prolonge l'arête du Mont d'Or en direction de l'Hongrin montre une structure particulière due à des accidents qui résultent apparemment d'un effet de torsion le long de l'axe de la chaîne: l'arête est découpée par une série de décrochements dont le rejet a pu être évalué grâce au niveau à silex. Près de la faille principale des Anteinettes les couches plongent tout d'abord au SE, comme dans les trois premiers segments; mais plus loin vers le NE, elles se redressent à la verticale puis se renversent et plongent jusqu'à 65° vers le NW et se trouvent ainsi en position normale; elles reprennent ensuite une position subverticale dans les derniers affleurements boisés de l'arête.

Plus au NE encore, sur la rive droite de l'Hongrin, à Gros Paquier et à la Bornaz, quelques lambeaux de calcaires noirs et de dolomies flottent sur les masses gypseuses ultrahelvétiques.

Une remarque générale peut encore être faite à propos du pendage des couches dans l'écaille du Mont d'Or: le versant NW et la plus grande partie de la montagne montrent des couches faiblement inclinées vers l'ESE; le pendage s'accentue fortement à la base du versant SE où il atteint des valeurs variant entre 60 et 70°. Ce changement est probablement causé par l'arrivée de la nappe du Niesen qui détermina un réajustement des couches par compression et la formation des deux petites écailles de Sonnaz et de l'Ecuale, comprises entre les cirques de Dorchaux et de l'Ecuale.

Le lambeau ou «écaille de Chaudet», formé de calcaires du Ladinien-supérieur, semble avoir été rejeté contre les assises virgloriennes de l'écaille supérieure par l'arrivée de la nappe du Niesen.

Les containtes qui ont affecté la masse rigide du Mont d'Or ne se sont traduites que par des failles, des diaclases, des cassures et par un écaillage. Elles n'ont nulle part engendré des plis. Les plans de faille sont le plus souvent lisses et simples, mais ils s'accompagnent parfois d'un diaclasage intense, parallèle à l'accident principal et s'atténuent à faible distance de celui-ci; dans ce dernier cas, le rejet est généralement faible, la force ayant agit par compression plutôt que par cisaillement.

Les failles sont quelquefois accompagnées d'une modification des lèvres qui se transforment en dolomies roses ou rougâtres ou encore sont soulignées par des brèches de friction. Au Mont d'Or, il est fort douteux que ces dolomies colorées aient la même origine que les dolomies ferrugineuses qui ont pénétré dans les cassures très anciennes de la roche lors de la transgression des couches à Mytilus, comme c'est le cas au Spillgerten par exemple.

G. POSITION DU MONT D'OR DANS L'EDIFICE PRÉALPIN ET SES RELATIONS AVEC LES TERRAINS ENVIRONNANTS

I. Introduction

Le cadre de cette étude est trop limité pour reprendre tous les problèmes stratigraphiques et tectoniques des unités qui se rencontrent sur l'aire relativement restreinte de mon terrain.

Seule une large vue d'ensemble permet de comprendre les relations entre ces différentes unités.

C'est en m'appuyant principalement sur la remarquable synthèse des Préalpes romandes, due à M. Lugeon et E. Gagnebin (1941) que je me suis basé, en partie, pour interpréter les observations nouvelles que j'ai pu faire aux abords immédiats du Mont d'Or.

J'ai repris, sur une carte topographique au 1:10000, le levé géologique de la région frontale de la nappe du Niesen située au NW de la Raverette, de sa jonction avec la Grande Eau jusqu'à Praz Cornet. Cette région ayant été précédemment étudiée par E. W. Andrau (1929), je ne ferai mention que des observations nouvelles.

Quant aux terrains situés au NE de la chaîne du Mont d'Or, entre les ruisseaux du Leysay et de l'Hongrin, ils ont été étudiés récemment par E. Twerenboldt (1955); son interprétation, infirmant les vues de M. Lugeon et E. Gagnebin, m'incita, sur les conseils de M. H. Badoux, à reprendre le levé détaillé de cette région.

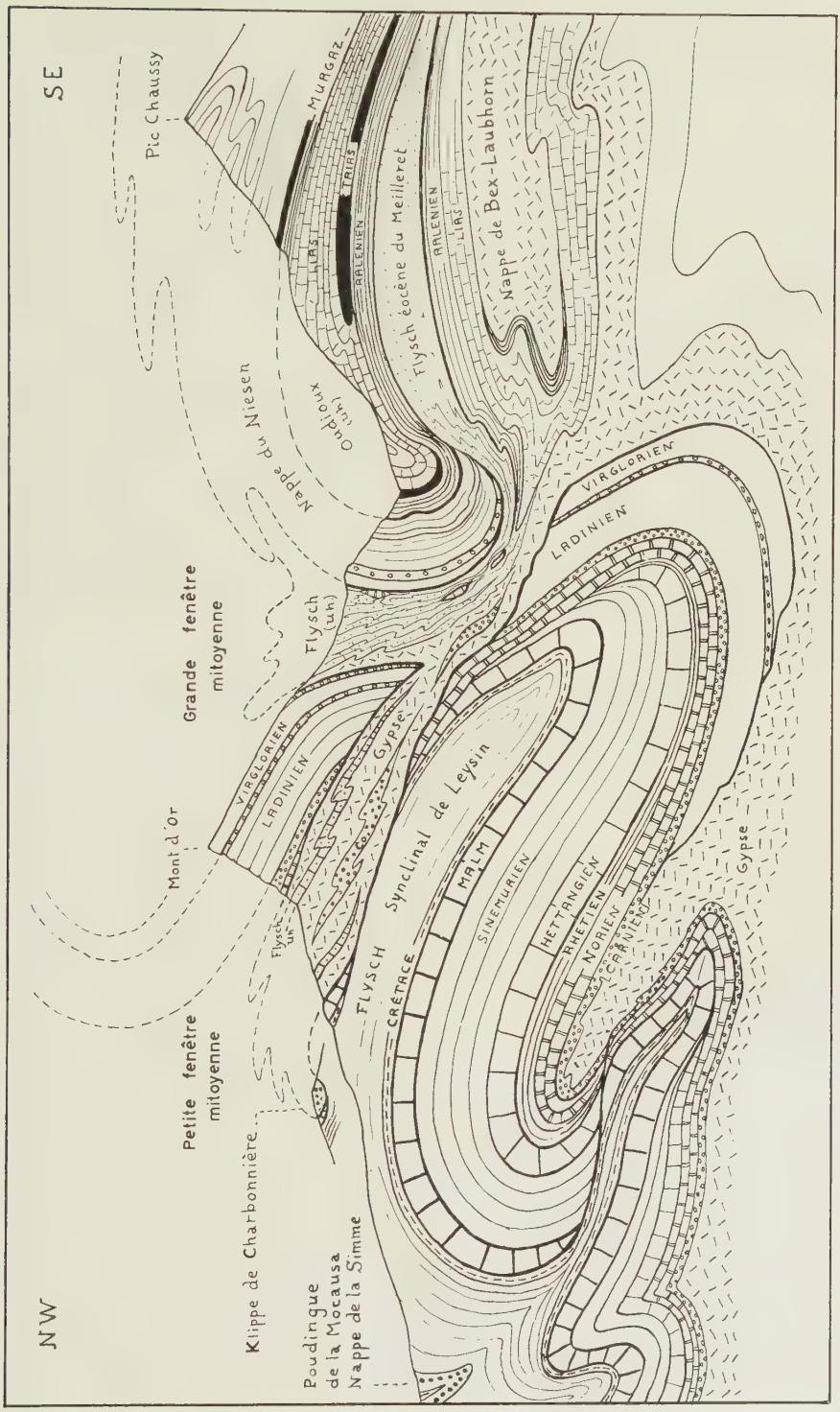


Fig. 8. Schéma tectonique.

Afin de définir les problèmes qui se posent et de préciser les relations de la nappe du Niesen avec celles des Préalpes Médianes et avec la zone interne, résumons les vues et observations de M. Lugeon et E. Gagnebin (1941).

1. Relations du Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen avec sa couverture. La Grande fenêtre mitoyenne

La série du Niesen est coiffée par le Flysch dit «supérieur», superposé au Flysch à Nodosaires; les observations de M. Lugeon et E. Gagnebin qui tendent à démontrer que le Flysch supérieur doit être détaché de la série de la nappe sont les suivantes:

1) dans la colline du Plan à Langy, le Flysch supérieur, facile à distinguer du Flysch à Nodosaires, est nettement en discordance tectonique avec ce dernier;

2) non loin du col des Mosses, au S, une traînée de cornieule et de calcaires dolomitiques sépare le Flysch supérieur des couches à Nodosaires;

3) la colline de Praz Cornet, constituée par du Flysch à Nodosaires est un lambeau de recouvrement reposant sur le Flysch supérieur par l'intermédiaire de calcaires dolomitiques du Trias. Le Flysch supérieur à l'Eocène grâce à la découverte d'une Nummulite (qui n'a pas été conservée, ce qui laissait planer un léger doute quant à sa détermination).

Dans le torrent du Troublon, ce Flysch éocène, réduit en épaisseur, est séparé de la masse triasique des Préalpes médianes par un lambeau de calcaires jurassiques à radiolaires. Ces roches à radiolaires, souvent accompagnées de gypse ou de cornieule triasique, de Lias à Gryphées ou de Crétacé, forme une bande discontinue le long de la rive gauche de la Grande-Eau, où elle a été suivie jusqu'à Salins.

Le Flysch des Mosses appartient aux Préalpes internes, peut-être à la nappe supérieure de Bex-Laubhorn, car il est accompagné par du gypse et de la cornieule triasique, par du Lias et de l'Aalénien accompagné de Bajocien, terrain généralement attribué à cet unité; les lames de Malm à Radiolaires, celles de Lias à Gryphées seraient, avec le Trias, des têtes anticlinales écrasées de cette nappe; ces terrains séparaient, dans la Grane-Eau, le flanc renversé du synclinal de Leysin de la nappe du Meilleret; cette dernière est elle-même surmontée par le Lias du Chamossaire, équivalent de la lame d'Oudioux que M. Lugeon attribuait, à tort, à la nappe du Niesen.

En s'approchant de la vallée du Rhône, le Trias prend, sous la forme de gypse, d'énormes épaisseurs et rejoint, sans discontinuité, celui de Bex.

Ce gypse (ou la cornieule) est souvent en contact direct avec les calcaires triasiques des Préalpes Médianes auxquels il était souvent rattaché; cependant, au S de Plantour, dans la vallée du Rhône, il en est séparé par un petit affleurement de Flysch schisto-gréseux.

Au col de Jable, la série triasique de la Gummfluh est également séparée du pli frontal de la nappe du Niesen par une grande épaisseur de Flysch éocène. Cette zone de Flysch qui contient des lentilles de Crétacé supérieur ainsi que du Trias gypseux, s'étend jusqu'aux environs de la Burgfluh, dans la bas Simmental. M. de Raaf et R. McConnel attribuèrent cette zone, qu'ils appelèrent zone «submé-

diane» à une digitation supérieure de la nappe du Niesen. M. Lugeon, par contre, la rattachait aux Préalpes internes; elle constituerait donc une fenêtre dont les terrains très écrasés se trouvent pincés entre la nappe du Niesen et les Préalpes Médianes. Il désigne cette longue bande anticlinale par le nom de Grande fenêtre mitoyenne.

2. La Petite fenêtre mitoyenne

Dans la vallée du Diemtigtal, au bord radical des Préalpes Médianes existe une écaille indépendante de calcaires à faciès typique des Préalpes radicales, qui s'enfonce sous la masse principale de la nappe. Cette écaille, formant les sommets du Schwarzenberg, du Twierienhorn, du Rothorn et de la Mieschfluh, est séparée de la masse qui la domine (digitation des Spillgerten-Seehorn) par une mince bande de Flysch contenant des bancs de Trias et de Crétacé supérieur. Ces terrains, assimilés par M. de Raaf à la «zone submédiane», sont les mêmes que ceux de la Grande fenêtre mitoyenne. Cette nouvelle apparition des Préalpes inférieures au-dessus et en avant d'un élément des Préalpes Médianes constitue la Petite fenêtre mitoyenne.

Mais revenons à la région du Mont d'Or. Le gypse de la Pierre du Moëllé se poursuit vers le NE, s'éloigne peu à peu des calcaires triasiques du Mont d'Or pour en être distant, au Chalet de Charbonnière, de près de 1 km. Or, dans cet espace s'étend, au pied de la paroi calcaire, un affleurement de Flysch.

Le gypse de Charbonnière appartient aux Préalpes internes, plus précisément à la nappe de Bex-Laubhorn. Avec le Flysch qui le sépare de la cornieule du Mont d'Or, il constitue la Petite fenêtre mitoyenne que nous retrouvons, passablement élargie. Le Mont d'Or flotte sur le Flysch éocène; il est un lambeau de recouvrement de la nappe des Médianes et peutêtre considéré comme l'équivalent de l'écaille du Twierienhorn-Miesfluh.

Aux environs de Charbonnière, le gypse de la nappe de Bex-Laubhorn, y compris la cornieule qui, sous lui, l'accompagne, a près d'un kilomètre de largeur. Brusquement, au N du chalet, ce gypse s'effile en surface et disparaît dans une vaste région boisée uniquement formée par du Flysch.

Ce Flysch appartient à deux nappes, à celle de Bex-Laubhorn et à celle des Préalpes Médianes. Le deuxième se distingue du premier par l'intercalation de bancs de calcaires blonds compacts.

M. Lugeon et E. Gagnebin expliquent le contact entre ces deux Flysch de la manière suivante: «on sait qu'au S du grand anticlinal des Tours d'Aï s'ouvre le synclinal de Leysin, avec un noyau de Flysch. Il appartient aux Préalpes Médianes. Le flanc renversé de ce synclinal, grandiose dans la basse vallée longitudinale de la Grande-Eau, subit un amincissement graduel dès les environs du Sépey, en même temps que sa direction change; de SW-NE, elle se coude vers le N. Au col de la Pierre du Moëllé, le flanc renversé du synclinal est réduit à un bloc de Malm. Plus loin, vers le NE, c'est le Trias de la Petite fenêtre mitoyenne qui est en contact avec le Flysch de ce synclinal de Leysin. Or, comme le Trias de cette petite fenêtre vient lui aussi à manquer, le Flysch de la nappe de Bex-Laubhorn s'applique contre celui des Préalpes Médianes.»

Toutefois, aux environs d'Antheines, dans le versant gauche de la vallée de l'Hongrin, de petits entonnoirs significatifs démontrent toujours l'existence du gypse ou de la cornieule en profondeur sous la couverture superficielle. Le gypse réapparaît au N de la Lécherette, sur la rive droite de l'Hongrin, entre ce torrent et la Torneresse, formant une grande lentille allongée sur 1 km, et large de 200 à 300 mètres.

Puis, plus loin vers le NE, Jaccard en signale près de Daylle, au pied du Rocher du Midi ainsi qu'au col de base, séparant le chaînon du Rübli de celui de la Gummfluh. Ceci permet de démontrer que le chaînon de la Gummfluh est l'exacte continuation de celui du Mont d'Or et qu'il repose, comme ce dernier, sur le Flysch des Préalpes internes. Au S de ce chaînon passe la Grande fenêtre mitoyenne, au N la Petite.

II. Descriptions régionales

Région de Praz Cornet

Le levé détaillé de ce secteur (voir fig. 9) m'a amené à envisager une interprétation tectonique nouvelle des deux collines situées au N de Praz Cornet: les terrains

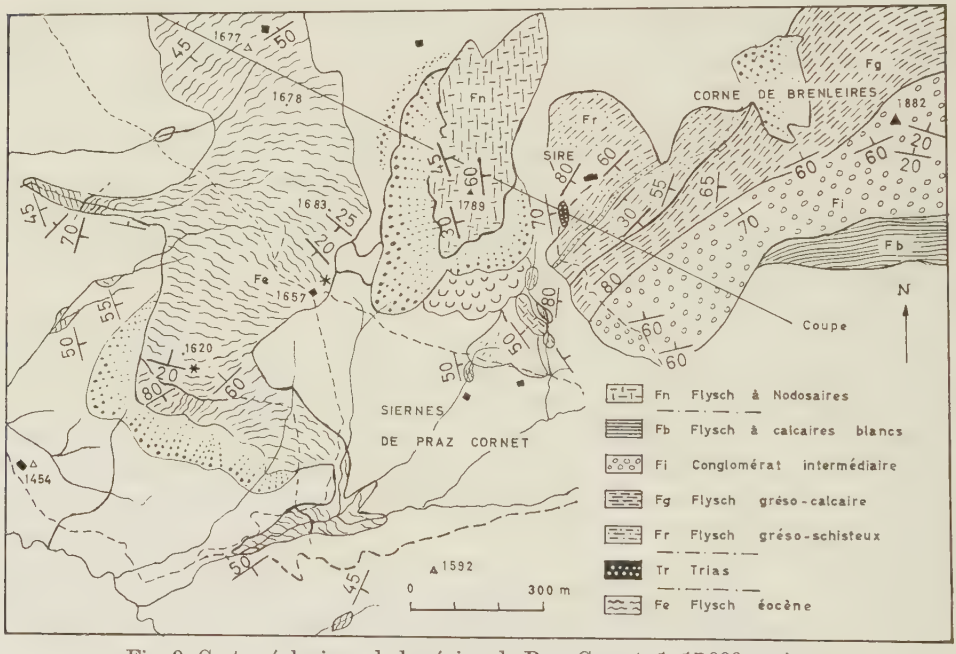


Fig. 9. Carte géologique de la région de Praz Cornet, 1:17 000 environ.

qui affleurent dans la colline 1789, à l'W de Sire, ne se relient pas à la série qui constitue la Corne de Brenleires. Dans cette dernière se reconnaissent plusieurs niveaux allant du Flysch gréso-schisteux au Flysch à calcaires blancs. Ils appartiennent à la nappe du Niesen qui étend une digitation fortement repliée sur elle-même, sur un Flysch éocène plus schisteux. (Voir coupe, fig. 10). Cette disposition s'accorde parfaitement avec l'interprétation donnée par R. Mc Connell (1951, coupe 6).

Mais la lame triasique qui sépare la série gréso-schisteuse des couches à Nodosaires de la colline 1789 plonge à l'E, soit comme le Flysch à Nodosaires; ce dernier est donc un lambeau détaché de la série du Niesen et poussé au-devant d'elle sur des couches plus plastiques dans lesquelles elle est restée plantée comme une écaille.

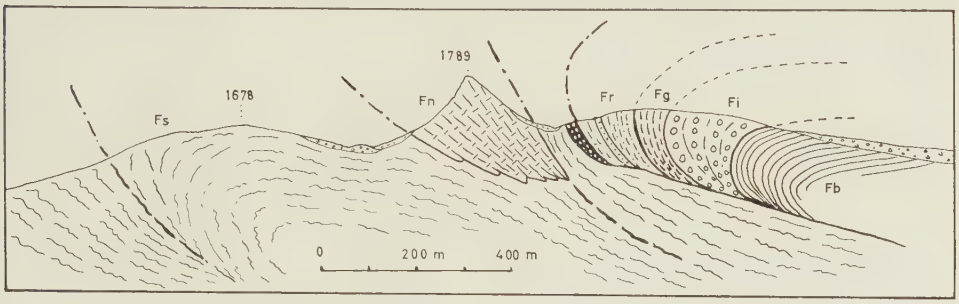


Fig. 10. Coupe géologique de la région de Praz Cornet.

L'âge éocène du Flysch dit «supérieur» a pu être démontré, ici, par la découverte de Nummulites (*Nummulites* cf. *striatus* (Burg.)) à deux endroits différents: à une trentaine de mètres au NE du chalet 1657, aux Siernes de Praz Cornet, et à 300 m au SW de ce dernier, dans les bancs de grès grossiers formant le promontoire coté 1620.

Ces Nummulites sont accompagnées par des *Discocyclines* indéterminables. En outre, les faciès de ces roches sont identiques à ceux des Flysch ultrahelvétiques.

Des discordances tectoniques marquant un plan de chevauchement au sein du Flysch éocène ont été observées en trois endroits:

1) dans le torrent de l'Hongrin, à la cote 1540 environ, où les couches plissées surmontent une série isoclinale qui plonge régulièrement vers le SE; 2) sous le promontoire coté 1620, au SW de la petite Corne des Brenleires; les bancs de grès grossiers à Nummulites, plongeant faiblement vers le N, chevauchent une série verticale de schistes noirs, à l'altitude 1570 environ; 3) dans le ruisseau principal prenant sa source à l'E de la colline de Praz Cornet, à l'altitude 1550 environ.

Signalons encore les quelques bancs de Flysch à Nodosaires qui affleurent dans une petite carrière au bord de la route, 200 m environ au S de la Lécherette; le faciès de ces calcaires grèseux est des plus typiques; ils contiennent de nombreux Bryozoaires qui, à eux seuls, semblent mieux caractériser ce niveau supérieur du Niesen que les Nodosaires qui y sont en général très rares. L'âge maestrichtien est défini par la présence de *Globotruncana stuarti* Lapp. ainsi que par *Siderolites* sp.

La position avancée de ce témoin du Niesen au front de la nappe montre que les anticlinaux couchés ou des lambeaux imbriqués de cette dernière se sont avancés très en avant sur le Flysch ultrahelvétique.

Région des Mosses

Entre la Comballaz et les Mosses, dans le torrent qui descend au N de la colline du Quart, près de la jonction de ses deux branches principales, un affleurement de Trias sépare le Flysch à Nodosaires du «Flysch supérieur», plus gréseux et plus schisteux. C'est sur cette observation que E. Andrau se basait pour faire de la

masse du Flysch supérieur une unité tectonique peut-être distincte du Flysch du Chaussy; il remarquait cependant que la présence de ce Trias pouvait s'expliquer différemment, par exemple en le rattachant aux Médianes dont il serait une fenêtre entourée de Flysch.

Le plan de chevauchement de ces deux séries de Flysch est marqué, en plus du Trias, par un repli anticlinal affectant le «Flysch supérieur»; son axe est parallèle à la direction de la branche S de ce torrent et plonge au NNW. Comme à Praz Cornet, ce Trias s'intercale entre un pli frontal plongeant de la nappe du Niesen (Flysch à Nodosaires) et un Flysch banal qui appartient très probablement aux Préalpes internes.

Le ravin du Troublon et les rives de la Grande Eau

Les affleurement classiques du Troublon ont été décrits par F. Jaccard (1909) qui y signale des lentilles de calcaires à Radiolaires du Jurassique supérieur, et par E. W. Andrau (1929, p. 63). Puis M. Lugeon et E. Gagnebin (1941) expliquent l'origine de ces terrains: c'est de l'Ultrahelvétique relevé au front de la nappe du Niesen.

Sur la rive droite à l'altitude 915 m, quelques mètres au-dessus du contact entre les dolomies broyées du Trias et les grès et schistes du Flysch, j'ai trouvé un bloc de brèche polygénique; cette lentille, noyée dans les schistes, mesure 50 cm de diamètre; la roche a tous les caractères pétrographiques de la Brèche intermédiaire du Niesen, mais elle contient un grand nombre de Nummulites et de Discocyclines parfaitement conservées, ce qui permet de l'attribuer sans ambiguité au Flysch du Meilleret, soit à l'une des unités ultrahelvétiques. Les espèces suivantes ont été reconnues: *Nummulites striatus* (Brug.), *N. fabiani* Prever, *Discocyclina* sp., *Asterodiscus* sp., *Astérigerina* sp., *Rotalia* sp. *Amphistégina* sp. Ce témoin isolé montre l'intense laminage subit par les unités ultrahelvétiques, écrasées par l'avancée de la grande masse de la nappe du Niesen.

Quelque 200 m à l'amont du confluent du Troublon, sur la rive droite de la Grande-Eau, (fig. 11) affleurent des schistes gréseux fortement micacés, à débris charbonneux qui s'apparentent aux faciès aaléniens de la nappe du Bex-Laubhorn.

Une centaine de mètres à l'E du précédent affleurement, nous trouvons quelques bancs de grès grossiers dans lesquels s'est révélée, en coupe mince, la présence d'une Nummulite. Les relations de ce Flysch éocène avec le Flysch à Nodosaires et le conglomérat moyen du Niesen sont masquées par la moraine; mais les pendages de ces deux Flysch sont différents ce qui laisse supposer, comme ailleurs, un contact tectonique.

Sur la rive gauche de la Grande Eau, à partir du pont de pierres du Velard, nous trouvons successivement, vers l'amont:

Les dolomies virgloriennes (*Dadocrinus* à la culée sud du pont des Planches) des Préalpes Médianes qui affleurent jusqu'au coude du sentier rejoignant les Planches-dessous.

Quelques mètres plus loin, sur le sentier abandonné qui montait à la Forclaz, affleurent encore quelques bancs de calcaires procelainés du Jurassique supérieur, signalés autrefois par F. Jaccard (1909). Quelques bancs de Flysch apparaissant au bas de cette lentille semblent la séparer du Trias.

La suite du versant est formée par une croupe de roche en place; ce sont des schistes noirs, des grès et des microbrèches polygéniques d'un Flysch ultrahelvétique dans lequel j'ai déterminé, en coupe mince, l'espèce éocène *Halkyardia minima* (Liebus); à la base de cet affleurement, au passage du sentier, ce Flysch est en contact avec une grosse lentille de cornieule. Au delà du Trias nous retrouvons de l'Aalénien. Il prolonge celui de la rive droite. Son faciès ressemble à celui du Flysch, mais s'en distingue par l'absence de gros bancs de grès bien délimités, par une pâte argileuse à finement grèseuse, chargée de micas blancs; certains bancs (à l'éperon limitant cet affleurement à l'E par exemple) sont formés de grès calcaires fins très durs, fortement pyriteux; la pyrite se concentre sous la forme de nodules pouvant atteindre la grosseur d'un œuf.

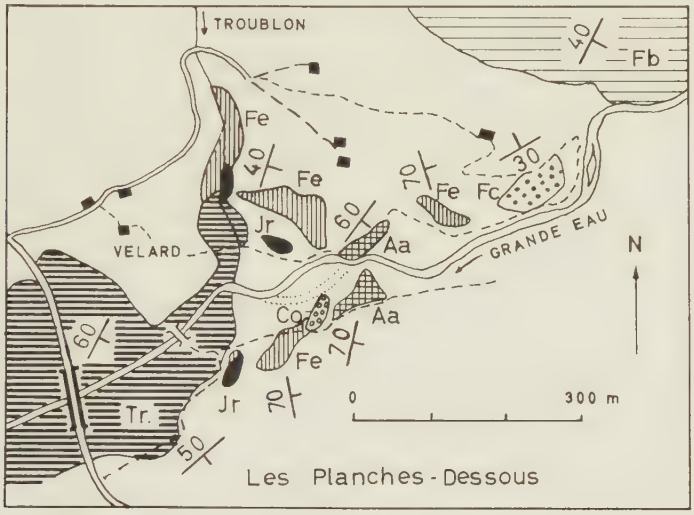


Fig. 11. Levé géologique du ravin du Troublon et des rives de la Grande-Eau, 1:10000.

Légende: Tr = Trias (Médianes); Fe = Flysch éocène (Ultrahelvétique); Jr = Jurassique; Co = Cornieule; Aa = Aalénien; Fc = Conglomérat moyen (Niesen); Fb = Flysch à calcaires blancs.

Conclusions

Dans la région que j'ai étudiée le rattachement du Flysch «supérieur» à l'Ultrahelvétique semble bien établi. Il est séparé du Flysch à Nodosaires par une discordance tectonique et souvent par des lentilles de Trias ou d'autres terrains. De plus son âge est Eocène, alors que celui du Niesen est Maestrichtien. Ce dernier critère n'est peut-être pas absolu, car R. Mc Connell (1951) et A. Lombard (1946) ont décrit au sommet de la série Niesen du Flysch éocène ou Paléocène, qui se rattacherait à cette unité. Sans vouloir nier cette possibilité, je suis obligé de constater que, dans la région du Mont d'Or, ce Flysch Niesen éocène n'est pas représenté.

Région de la Pierre du Moëllé

L'arête qui prend naissance à la Pierre du Moëllé pour aboutir au sommet du Mont d'Or, offre une succession de terrains divers qui furent tout d'abord rattachés

à la série du Mont d'Or (voir historique, p. 33). En 1929, E. Andrau, sur le conseil de E. Gagnebin, sépare le gypse de la Pierre du Moëllé et de Charbonnière du Trias du Mont d'Or pour l'attribuer aux Préalpes internes. E. Twerenbold (1955) en apporte la preuve par la découverte d'un petit affleurement de Flysch, inséré entre le gypse et la cornieule. Cette puissante masse de cornieule qui affleure sur

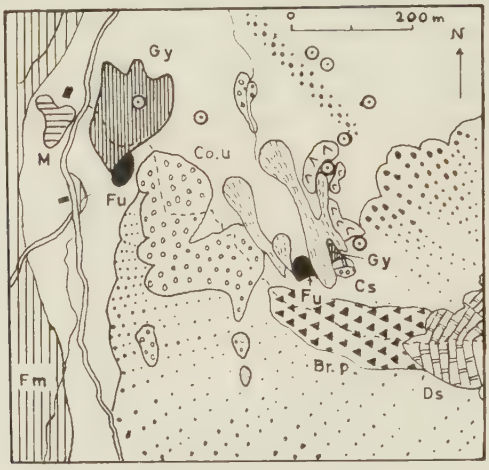


Fig. 12. Levé géologique de la région de la Pierre du Moëllé. Légende: voir fig. 13.

près de 300 m le long de l'arête doit à son tour être détachée de l'écaille du Mont d'Or (fig. 12 et 13); en effet, sur le versant N de l'arête, on trouve à l'altitude 1780 environ des blocs déchaussés de grès du Flysch associés à des calcaires liasiques à *Spirillina liassica* (Jones), à des calcaires noirs siliceux à faciès Dogger et à des calcaires fins à *gumbelines* et *globigérines* du Crétacé supérieur. Une cinquantaine

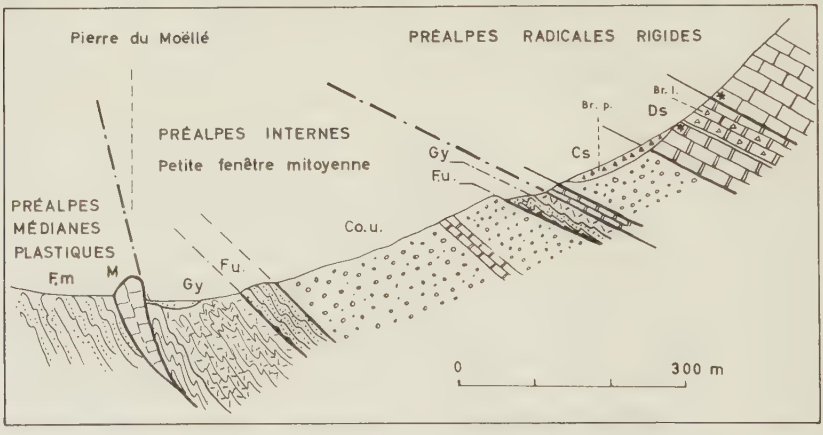


Fig. 13. Coupe de l'arête Pierre du Moëllé–Mont d'Or, 1:10000.

Légende des figures 12 et 13: F.m = Flysch Médianes; M = Malm (Pierre du Moëllé); Gy = gypse; F.u. = Flysch ultrahelvétique; Co. u. = Cornieule ultrahelvétique; Cs = Cornieules supérieures; Ds = Dolomies supérieures; Br. p. = Brèches de pente; Br. i. = Brèches intraformationnelles.

de mètres plus à l'E, une ravine dévoile une bande de gypse rubanné surmonté par des dolomies et schistes verts attribués au Norien, puis par les cornieules supérieures.

Sur l'arête même, à la cote 1790, une dépression couverte d'éboulis souligne le passage de ces terrains plus tendres, attribués aux Préalpes internes. Une galerie située au sommet de ces cornieules ultrahelvétiques a traversé une zone de schistes broyés (renseignement oral).

Le versant SW de cette arête est parsemé de blocs de grès glauconieux fins, jusqu'à l'altitude supérieure de 1770 m; ils indiquent la continuité de cette bande de Flysch de l'autre côté de l'arête.

Région de Charbonnière

La région de pâturages et de forêts qui s'étend au NW de la chaîne du Mont d'Or comprend de grandes surfaces occupées par la moraine, par un sol de Flysch plus ou moins fluent et par de larges zones de glissement. Elle a été étudiée précédemment par E. Twerenbold (1955), dont l'interprétation tectonique se résume ainsi (p. 16): «A Charbonnière Nord on a la série normale du Trias des Préalpes médianes, succession de gypse, cornieule et dolomie, accompagnée plus au NW par des paquets de Malm et de couches rouges. Je n'hésite pas à voir ici le prolongement E de l'anticlinal des Tours d'Aï qui se présente sous la forme d'une magnifique montée diapirique où le Trias a entraîné des paquets de Malm et de couches rouges.»

Pour essayer de définir la provenance du gypse, E. Twerenbold fait la comparaison suivante (p. 21): «Cependant, Lugeon (1940) qui n'admettait pas la présence de gypse dans les Préalpes médianes, ne l'a pas fait figurer dans sa succession stratigraphique (Notice explicative, feuille Diablerets). On peut toutefois remarquer que le Trias du flanc S du synclinal de Leysin correspond au Trias calcaire et dolomitique du noyau de l'anticlinal des Tours d'Aï et là, dans la région d'Yvorne, on trouve le gypse comme premier élément de la série plus ou moins complète du Trias. On pourrait donc dater le gypse de l'anticlinal des Tours d'Aï du Werfénien, ce qui compléterait la série de Lugeon.»

Le Flysch de la Petite fenêtre mitoyenne qui est pincé entre la série du Mont d'Or et la zone des gypses serait, selon E. Twerenbold, à rattacher au Plattenflysch.

Plus loin, il conclut (p. 23): «...La zone de gypse Lécherette–Charbonnière–Pierre du Moëllé fait partie des Préalpes médianes. C'est une montée diapirique offrant une tectonique tout à fait spéciale mais qui ne peut pas être détachée de la série du Mont d'Or.»

Ces conclusions l'amènent ainsi à attribuer également aux Préalpes médianes le gypse de la vallée de la Grande-Eau qui est en contact avec les calcaires triasiques du synclinal de Leysin; cet auteur se demande si la présence d'un petit paquet de Flysch (celui qui sépare ces terrains, au S de Plantour) est vraiment d'une importance aussi capitale que M. Lugeon le croit.

Les observations que j'ai pu faire sur cette partie de mon terrain et l'interprétation qui en découle (fig. 15 et 16) ne concordent en aucune manière avec celles faites par E. Twerenbold.

Reprenons les faits essentiels:

Dans le chapitre consacré à l'étude stratigraphique du Mont d'Or et celui des comparaisons stratigraphiques entre les unités de la province briançonnaise, nous avons pu constater que le «niveau gypsifère inférieur» est représenté par des cornieules extravasées et des schistes dolomitiques, d'une épaisseur réduite (10 à 20 mètres). Les gypses qui sont en contact avec les calcaires et dolomies du Virglorien inférieur sont presque toujours d'origine exotique, dans une situation tectonique anormale; leur âge werfénien n'a jamais pu être prouvé; mais ils sont souvent accompagnés de lambeaux mésozoïques appartenant aux Préalpes internes; de plus, ces gypses contiennent fréquemment des lentilles grèseuses et schisteuses à flore Keuper (J. Ricour 1950, J. Ricour & R. Trümpy 1952).

Nous sommes également arrivés à la conclusion qu'il y a absence totale d'un niveau gypsifère du Trias supérieur dans les Préalpes médianes et radicales. Il en serait de même dans la couverture de la Vanoise d'après F. Ellenberger (1950 d).

L'affleurement de gypse isolé dans la moraine, dans le cœur anticlinal des Tours d'Aï, près d'Yvorne, que E. Twerenbold voudrait attribuer, en continuité, au niveau inférieur de la série triasique des Médianes, soit au Werfénien, est un critère sans valeur, car à cet endroit, seul le Trias supérieur (Carnien-Norien) est présent. L'appartenance de ce gypse à l'Ultrahelvétique est plus que probable.

Quant à la position de l'affleurement de cornieule à Charbonnière Nord, signalé par un grand nombre de dolines, la simple observation des pendages du Flysch qui l'entoure nous amène tout naturellement à l'interpréter comme un lambeau de recouvrement. L'épaisse série de grès et de calcaires blonds à Chondrites du Flysch qui borde la cornieule au NW, plonge régulièrement sous cette dernière avec un pendage de 20 à 30°.

On a d'ailleurs de la peine à imaginer un pli diapir de cornieule crevant la magnifique voûte anticlinale des Tours d'Aï dans sa partie axiale la plus basse, et traversant la série mésozoïque épaisse de plus de 1500 mètres (voir schéma tectonique, fig. 8, p. 87).

Cette klippe de cornieule a charrié devant elle des lambeaux jurassiques et crétacés qui, comme la Pierre du Moëllé, proviennent du flanc renversé du synclinal qui prolonge au N le synclinal de Leysin.

La position renversée du lambeau de Malm situé au N de Charbonnière, 200 m environ au NE du point 1624, est très nette (fig. 14).

Les calcaires oolithiques du Malm massif, recouvrant un banc de calcaire à patine blanche et pâte fine, à *Globotruncana stuarti* (Lapp.) et *Gl. leupoldi* Bolli, du Maestrichtien, s'appuient sur une série bien litée offrant la succession suivante: couches rouges paléocènes, marnes et grès à faune maestrichtienne remaniée, schistes marneux et bancs de calcaires à pâte fine à radiolaires et spicules d'éponges. Ces terrains sont surmontés par la cornieule qui les chevauche.

Le petit lambeau de Malm, situé à l'extrémité S de la klippe des cornieules, repose également sur des calcaires à faune maestrichtienne.

Plus au S encore, on trouve un dernier témoin relativement important du flanc renversé du synclinal de Leysin, à environ 200 m au N du Chalet de Crot; il est constitué par les calcaires oolithiques du Malm, en gros bancs bien stratifiés; il plonge de 35° sous le gypse et surmonte lui-même le Flysch; le Crétacé supérieur

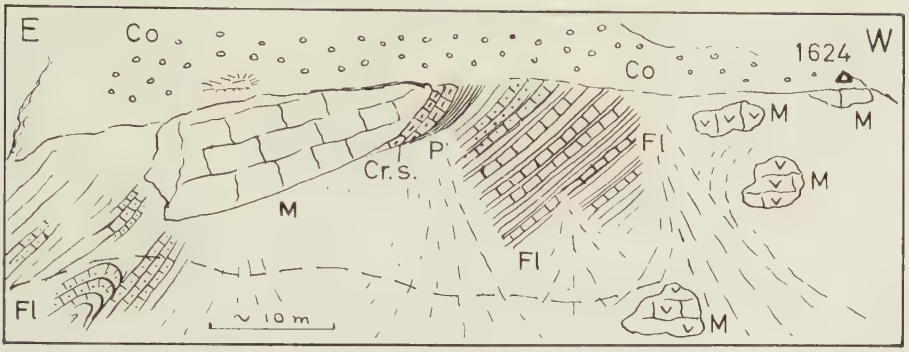


Fig. 14. Chevauchement de la cornieule ultrahelvétique sur les Médianes plastiques, au N de Charbonnière.
Co = cornieule; M = Malm; Cr. s. = Crétacé supérieur; P = Paléocène; Fl = Flysch.

est caché par la moraine. E. Twerenbold qui a attribué ces calcaires au Trias (p. 18) considère cet affleurement comme un témoin assurant la liaison entre le Trias de Charbonnière Nord et l'anticlinal des Tours d'Aï proprement dit.

A mi-distance entre le précédent affleurement et la Pierre du Moëllé, dans le ruisseau du Leysaz à la cote 1500, on trouve des calcaires dolomitiques et de la cornieule; ils marquent le front du chevauchement des Préalpes internes sur le Flysch Médiane; ce dernier plonge régulièrement vers le SE, sous le Trias.

Sur la rive droite de l'Hongrin, la route des Mossettes recoupe, à la Sottannaz, un petit affleurement de cornieule entièrement entouré par le Flysch; ce Trias isolé est dans une position identique à celle des cornieules de Charbonnières Nord: c'est un petit lambeaux ultrahelvétique poussé sur le Flysch des Médianes (ou Plattenflysch) où il s'est imbriqué avec des lentilles mésozoïques.

Quant à l'affleurement jurassique de la Souplaz, que E. Twerenbold interprète comme une montée anticlinale, sa position est comparable à celle des lambeaux jurassiques de la Pierre du Moëllé et de Charbonnière; l'observation montre que les calcaires oncholithiques du Séquanien, à la base de cette dalle de Malm, et les calcaires du Portlandien sont en position renversée et reposent sur les Couches rouges de Pâquier Rond. Nous y voyons également un témoin du flanc renversé d'un synclinal homologue de celui de Leysin.

Que devient le Flysch de la Petite fenêtre mitoyenne dans lequel E. Twerenbold ne voit que du Plattenflysch? D'après cet auteur il n'existe aucune différence lithologique entre le Flysch situé au N et celui situé au S du gypse de Charbonnière. Les grès qui affleurent avec certitude au S de la zone des gypses sont en effet d'un type banal, parfois très quartzeux et chloriteux; mais on n'y trouve pas les calcaires blonds compacts à pâte très fine à empreintes de *Chondrites* et d'*helminthoïdes*, caractéristiques du Flysch des Médianes.

Au N du chalet des Antheines-d'en-Haut (coord. 572, 180/140, 480) E. Twerenbold a découvert un affleurement de grès calcaires qui perce la couverture végétale sur 5 ou 6 mètres et qui contient une faune de *Globotruncana* maestrichtienne. Il dit, à propos de cet affleurement: «Sans aucun doute, cet affleurement se situe dans la «fenêtre» parce que, à une quinzaine de mètres plus loin, trois dolines très nettes

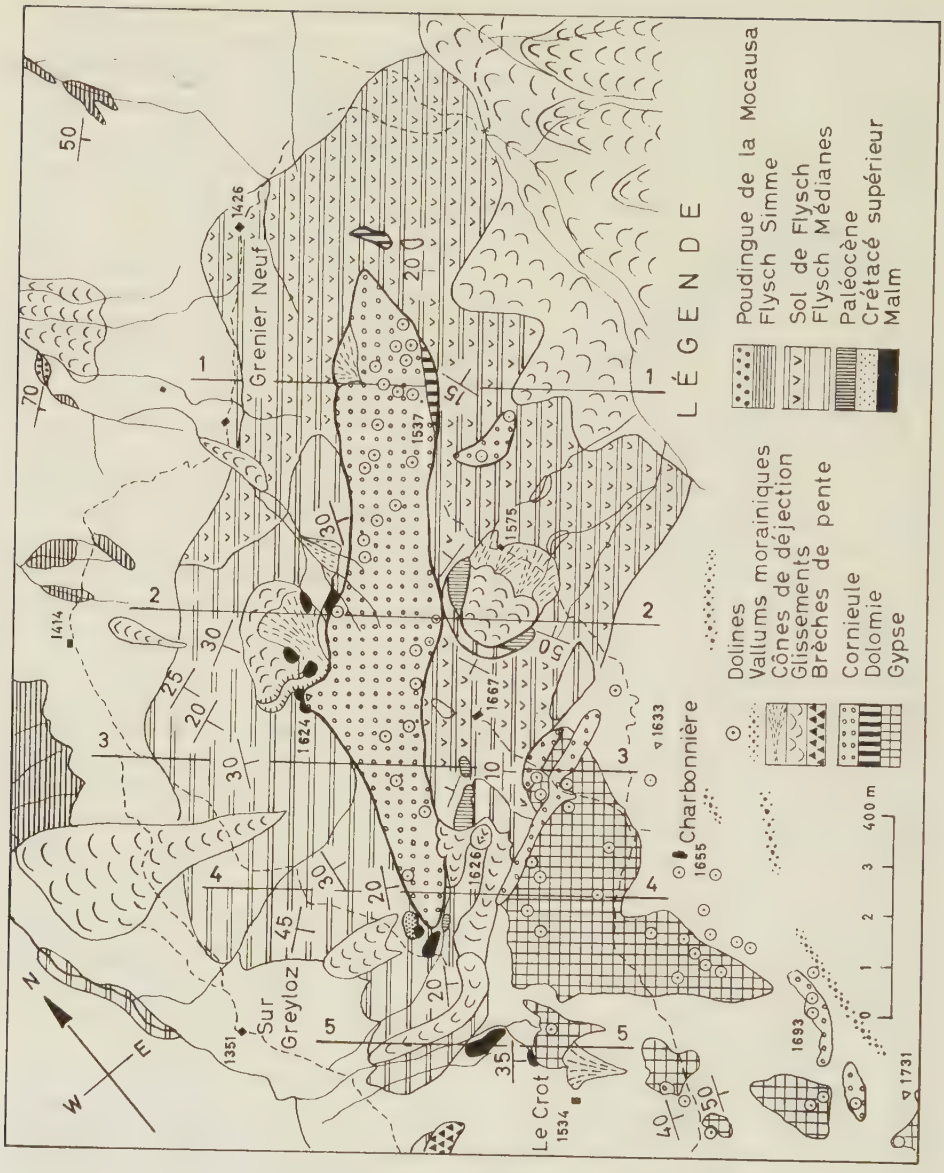


Fig. 15. Carte géologique de la région de Charbonnière, 1:15000.

marquent le passage du gypse de Charbonnière en profondeur.» Les dolines signalées par E. Twerenbold ne sont en réalité marquées que par de faibles dépressions dans un sol de Flysch; elles pourraient éventuellement provenir de la dissolution d'un lambeau triasique. Le Flysch en question, à faune remaniée, appartient certainement aux Médianes (ou au Plattenflysch), mais il est situé à l'extérieur de la zone des gypses; en effet, 600 à 700 m au NE de cet affleurement on trouve de larges

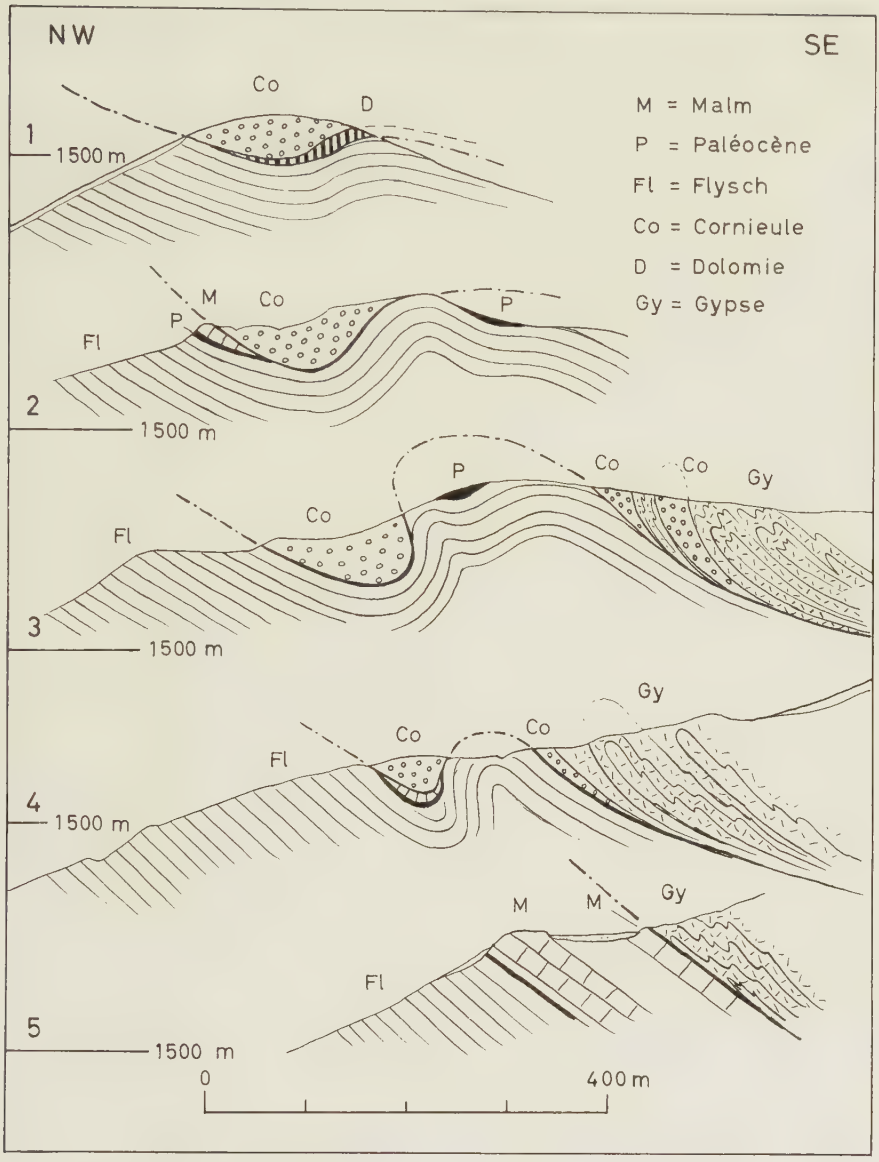


Fig. 16. Coupes géologiques de la région de Charbonnière, 1:7500

entonnoirs (non signalés sur la carte de E. Twerenbold), dont l'un, situé 150 m au N du chalet 1482 (voir carte géologique, planche XII) profond de 7 à 8 m et large d'autant, de forme parfaitement conique, signale sans aucun doute possible le passage du gypse en profondeur. Une de ces dolines est distante de 200 m à peine des calcaires tithoniques de l'anticlinal des Tours d'Aï qui réapparaît dans les gorges de l'Hongrin; cette situation nous montre que, dans la région des Antheines, comme

au S d'ailleurs, l'écaille du Mont d'Or, poussant le Flysch et le gypse ultrahelvétiques devant elle, a chevauché et écrasé la zone du Flysch des Médianes dont la forme synclinale n'est guère plus visible.

E. Twerenbold signale un autre affleurement de grès du Flysch à faune maestrichtienne, au S de Charbonnière, sur l'arête qui monte en direction de la paroi, entre 1660 et 1670 mètres; les quelques blocs de grès qui s'y trouvent, éparpillés sur la moraine, se sont révélés stériles en coupes minces.

Nous avons vu qu'une mince bande de Flysch passe sur l'arête Pierre du Moëllé–Mont d'Or à la cote 1780 environ, où elle est associée à des calcaires liasiques à *Spirillines* et à des calcaires du Crétacé supérieur; elle est également accompagnée par une bande de gypse. Ce Flysch et ce gypse doivent être rattachés sans hésitations aux Préalpes internes; il en est de même pour la cornieule, le Flysch et le gypse qui forment la partie inférieure de l'arête. L'association intime de ces différentes roches démontre la grande complexité tectonique au sein des terrains ultrahelvétiques.

III. Le Plattenflysch

L'étude de ce Flysch si monotone et uniforme qui s'étend du synclinal de Leysin aux Gastlosen est beaucoup trop vaste et complexe pour être envisagée ici. Cependant, quelques remarques à ce sujet ne me paraissent pas inutiles.

Actuellement deux interprétations différentes du Plattenflysch s'affrontent.

1) Le Plattenflysch à faune maestrichtienne remaniée n'est rien d'autre que la partie supérieure du Flysch des Préalpes médianes (B. Tschachtli (1939), B. Campana (1943), W. Wegmüller (1949).
2) La masse du Flysch doit être scindée en deux: sa partie inférieure, très réduite en épaisseur, appartiendrait à la nappe des Préalpes médianes et serait d'âge paléocène. La partie supérieure ou Plattenflysch, qui est en position renversée, serait à rattacher à la nappe de la Simme (J. Tercier (1942), P. Bieri (1946), F. Delany (1948), J. Klaus (1953), H. Guillaume (1955), E. Twerenbold (1955)).

Pour pouvoir résoudre ce problème, il faudrait pouvoir répondre nettement et définitivement aux trois questions suivantes:

1) La faune maestrichtienne du «Plattenflysch» est-elle autochtone ou remaniée?
2) Si elle est remaniée, ce remaniement est-il pénécontemporain du Maestrichtien ou postérieur?
3) Existe-t-il une faune postmaestrichtienne dans le Plattenflysch?

Remarquons qu'une réponse affirmative à la troisième question résoudrait par là-même les deux premières. Mais les trouvailles de ce genre risquent d'être fort rares et il sera toujours facile de dire qu'une telle trouvaille a été faite à un endroit situé stratigraphiquement encore dans le Flysch basal des Médianes et non dans le véritable «Plattenflysch».

Les complications tectoniques de la région étudiée, l'isolement et la mauvaise qualité des affleurements ne m'ont pas permis d'établir des coupes suivies dans ces terrains. Cependant, j'ai pu observer en coupes minces l'abondante faune maes-

trichtienne contenue dans les bancs de grès qui surmontent immédiatement les couches marneuses datées du Paléocène. Cette microfaune a été abondamment décrite par E. Twerenbold, il est inutile d'y revenir, sauf sur un point: les foraminifères qui la composent paraissent nettement remaniés.

Nous avons vu que le Flysch qui affleure au NW de la zone des gypses, entre la Pierre du Moëllé et les gorges de l'Hongrin, est la nette prolongation du synclinal renversé de Leysin.

Or, quelques 500 m au NW de la Pierre du Moëllé, se présente une bonne coupe du Flysch, à la pointe du Leyzay. F. Delany (1948) signalait, dans les grès repliés affleurant dans la niche d'arrachement de la Pointe de Leyzay, des Globotruncana maestrichtiennes, ce qui l'amena à faire passer un plan de chevauchement entre ce Flysch et les couches sous-jacentes. E. Twerenbold (1955), qui a trouvé des grès à Globotruncana à peine 10 m au-dessus des Couches rouges, abaisse par conséquent ce plan de chevauchement théorique, déterminant ainsi une forte réduction du Flysch paléocène des Préalpes Médianes. Il n'hésite pas à placer cet ensemble schisto-gréseux dans le Plattenflysch et il détache par conséquent la plus grande partie du Flysch du synclinal de Leysin pour l'attribuer à la nappe de la Simme.

Je ne pouvais passer sous silence une récente étude de la partie N de ce synclinal, entre Leysin et la Pierre du Moëllé, due à un étudiant de Lausanne, A. Widmer, (1959) dans le cadre de son travail de diplôme. Plusieurs coupes stratigraphiques du Flysch ont été établies, basées sur de nombreuses coupes minces. Les principales observations de ce travail peuvent se résumer ainsi:

Les sédiments du Flysch surmontent les Couches rouges sans qu'il y ait trace apparente de lacune ou de transgression ou même de discordance tectonique. Les grès ont tous un très grand air de parenté, dès l'extrême base; éléments, ciment, minéraux accessoires, tout contribue à les rapprocher. C'est donc essentiellement sur des caractères micropaléontologiques qu'on a pu se baser pour faire une séparation dans ce Flysch.

Dès l'abord, un résultat déjà acquis doit être souligné: toutes les découvertes de la faune maestrichtienne dans le Plattenflysch ont été faites dans des grès ou des sédiments gréseux; on n'en a jamais trouvé dans les marnes à grain fin et les schistes associés à ces grès. Ce fait, déjà relevé en particulier par B. Campana, J. Klaus, H. Badoux, mérite notre attention, car les faciès les plus caractéristiques où l'on trouve des *Globotruncanidés* sont précisément les faciès marneux, schisteux ou marno-calcaires; il est donc nécessaire d'envisager sérieusement la question d'un remaniement.

Les microbrèches et les grès calcaires ou marneux sont les plus importants pour l'étude de la microfaune; ils ont été séparés en deux parties:

I) Les grès de base à faune paléocène.

II a) Les grès calcaires fins et grès marneux, supérieurs aux grès de base.

b) Les microbrèches, grès grossiers et microbréchiques calcaires et marneux, supérieurs aux grès de base.

I) Dans les grès de base on remarque deux sortes de microfaunes:

1° Une microfaune cénomanienne remaniée avec *Planulina buxtorfi* Gandolfi etc.

2° Une microfaune à *Globigérines* et *Globorotalia* d'affinités paléocènes; les coquilles sont soit calcaires soit silicifiées. Le remplissage des plus petites loges est fait de calcite grenue, celui des loges plus grandes, de chlorite de néoformation, très fréquemment liée à la calcite en amas microgranulaires, avec encore un peu d'argile intersticielle noirâtre; plus rarement les grandes loges sont remplies d'un sédiment marneux de couleur nettement différente de celle de la pâte des grès. Cette microfaune paléocène ne se trouve que dans les grès, et plus le grain est grossier, plus elle abonde.

II a) Les grès calcaires et marneux fins supérieurs aux grès de base s'en distinguent par l'absence de *Globorotalia* et par la présence de *Globotruncana* de deux types:

1° Une microfaune cénomanienne remaniée, à coquille très souvent rouge foncé à noir, ferrugineuse, plus rarement silicifiée.

2° Une microfaune constituée de débris de *Globigérines* et de *Globotruncana* maestrichtiennes qui semble, elle aussi, nettement remaniée.

b) Ce sont les microbrèches et les grès grossiers qui présentent les meilleures preuves du remaniement; on y distingue toujours deux microfaunes:

1° La faune cénomanienne remaniée à coquille très souvent ferrugineuse (*Planulina buxtorfi* (Gandolfi), *Globotruncana appenninica* Renz, *Gl. stephani* Gandolfi, etc.)

2° Une microfaune maestrichtienne avec de nombreux genres et espèces différents.

Les coquilles sont calcaires ou silicifiées à remplissage de calcite grenue (petites loges) ou de sédiments marneux (grandes loges). Lorsque la coquille externe est silicifiée et que le remplissage est marneux, on observe fréquemment que les parties du test situées à l'intérieur de la coquille et complètement entourées de sédiments marneux ne sont pas silicifiées. Certains de ces grès contiendraient des *Globigérines* d'affinité paléocène et une *Globorotalia* y est signalée; elle proviendrait d'un banc situé une cinquantaine de mètres au-dessus des Couches rouges. De plus, on peut observer dans une coupe mince la section équatoriale d'un embryon microsphérique de Nummulite.

En résumé, le caractère particulièrement frappant est l'existence, dès l'extrême base et dans tous les grès du Flysch, d'une faune cénomanienne remaniée, à coquille souvent ferrugineuse rouge foncé-noir.

Toute la microfaune de ces grès est remaniée, incontestablement, et ceci dès l'extrême base, c'est-à-dire aussi bien la microfaune paléocène des grès de base que celle, maestrichtienne, des grès supérieurs, dans lesquels un embryon silicifié de Nummulite a pu être observé.

Pour conclure, A. Widmer considère que le Flysch qui affleure dans le synclinal de Leysin forme une série unique d'âge éocène à faune paléocène, cénomanienne et maestrichtienne remaniées. Ce Flysch est donc à rattacher à la nappe des Préalpes Médianes.

A mon avis, cette étude ne tranche pas définitivement la question du Plattenflysch dans cette région, mais elle met l'accent sur l'importance du remaniement de la microfaune. Si l'étude en coupes minces n'a pas apporté jusqu'à aujourd'hui

des arguments parfaitement satisfaisants, il n'est pas exclut qu'en multipliant celles-ci on arrive à un résultat qui rallie les différentes opinions. D'autres méthodes d'études devraient être mises en œuvre pour essayer de résoudre ce problème, en particulier l'analyse palynologique de ce Flysch.

H. TERRAINS QUATERNAIRES

Les terrains récents qui occupent de grandes surfaces sur la région étudiée ont déjà été mentionnés par E. Andrau pour la partie située au SE de la chaîne du Mont d'Or, tandis que E. Twerenbold a décrit les dépôts glaciaires qui recouvrent la partie située au NW de cette chaîne. Ils ne présentent pas de particularités dignes d'être rappelées, sauf la suivante: dans la partie stratigraphique de son travail (p. 18), E. Twerenbold traite le cas des «Cornieules bréchiques» dans lesquelles il voit plutôt un produit de consolidation des dépôts quaternaires en relation avec des eaux souterraines abondantes. Mes observations ne peuvent que confirmer ce point de vue, en ce qui concerne le gros amas de brèches qui se trouvent à l'W du Crot. Quant aux brèches qu'on peut observer sur l'arête Pierre du Moëllé–Mont d'Or entre les altitudes 1800 à 1880 environ, ce sont des brèches de pente d'aspect semblable, mais pour la formation desquelles les eaux souterraines n'ont pu jouer un rôle important. Le terme de «cornieules bréchoïdes» ou bréchiques prête à confusion et doit être abandonné.

BIBLIOGRAPHIE

Andrau, E. (1929): *La Géologie du Pic Chaussy et ses abords (Alpes vaudoises).* Bull. Lab. géol. Lausanne, *44.*

Badoux, H., & de Weisse, G. (1959): *Les bauxites siliceuses de Dréveneuse.* Bull. Lab. géol. Lausanne, *126.*

Bieri, P. (1946): *Über die Ausbreitung der Simmendecke in den östlichen Préalpes romandes.* Eclogae geol. Helv. *39*/1, 25–34.

Bittner, A. (1895): *Lamellibranchiaten der alpinen Trias.* Abh. k. k. geol. Reichsanst. *18*, 1.

Bolli, H. (1944): *Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken.* Eclogae geol. Helv. *37*/2, 217.

Boni, A. (1939): *Fauna anisica pigmea scoperta nelle Prealpi Bresciane.* Boll. Soc. geol. ital. *58*, 321–428.

– (1942): *Faune pigmee triassiche. Contributo alla paleobiologia del nanismo di faune marine.* Boll. Soc. geol. ital. *61*, 228–272.

Botteron, G. (1958): *Etude de sédiments récoltés au cours de plongées avec le bathyscaphe «Trieste» au large de Capri.* Bull. Lab. géol. Lausanne, *124.*

Campana, B. (1943): *Géologie des nappes préalpines au NE de Château d'Oex.* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 82.

– (1949): *Sur le faciès et l'âge du Flysch des Préalpes médianes.* Eclogae geol. Helv. *42*/2.

Cayeux, L. (1929): *Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses.* Mém. Carte géol. France.

Chessex, R. (1959): *La géologie de la haute vallée d'Abondance Haute-Savoie (France).* Eclogae geol. Helv. *52*/1.

Debelmas, J. (1952): *Les phénomènes de dolomitisation de la fin du Trias dans le massif de Gaulent, au sud de Briançon (Hautes-Alpes).* 70e Congr. Soc. sav. Grenoble, p. 191–194.

Debelmas, J. (1953): *Les brèches du Trias supérieur dans le massif de Gaulent au sud de Briançon, près l'Argentière (Hautes-Alpes).* Trav. Lab. Grenoble *30*, 103–106.

– (1955): *Les zones subbriançonnaise et briançonnaise occidentale entre Vallouise et Guillestre (Hautes-Alpes).* Mém. Carte géol. France.

Delany, F. (1948): *Observations sur les Couches rouges et le Flysch dans plusieurs régions des Préalpes médianes.* Eclogae geol. Helv. *41*/1, 95–99.

Dunker, W. (1851): *Über die im Muschelkalk von Oberschlesien gefundenen Mollusken.* Palaeontographica *1.*

Ellenberger, F. (1949a): *Niveaux paléontologiques dans le Trias de la Vanoise (Savoie).* C. r. somm. Soc. géol. France *15.*

(1949b): *Sur la série stratigraphique et la structure de la Vanoise.* Bull. Carte géol. France, 47, 226, 83–118.

(1949c): *Niveaux paléontologiques dans le Trias de la Vanoise (Savoie).* C. r. somm. Soc. géol. France, 348–349.

(1950a): *Sur les affinités briançonnaises du Trias à faciès radical des Préalpes médianes suisses.* C. r. somm. Soc. géol. France *4*, 55–57.

– (1950b): *Subsidence et transgressions dans la Vanoise (zone du Briançonnais au N de l'Arc).* C. r. Acad. Sci. *230*, 1409–1411.

– (1950c): *Horizons paléontologiques du Trias à faciès radical des Préalpes médianes vaudoises (coupes de la Grande Eau et de Saint-Triphon).* C. r. Acad. Sci. *231*, 1326–1328.

(1950d): *Sur les gypses de la Vanoise.* C. r. somm. Soc. géol. France, 266–267.

– (1952): *Sur l'extension des faciès briançonnais en Suisse, dans les Préalpes médianes et les Pennides.* Eclogae geol. Helv. *45*/2, 285–286.

– (1953): *La série du Barrhorn et les rétrocharriages penniques.* C. r. Acad. Sci. *236*, 218–220.

– (1955): *Bauxites métamorphiques dans le Jurassique de la Vanoise (Savoie).* C. r. somm. Soc. géol. France, 29–32.

(1958): *Etude géologique du Pays de Vanoise.* Mém. Carte géol. France.

– (1958): *Sur quelques fossiles triasiques du Pennique frontal valaisan.* C. r. somm. Soc. géol. France, 8, 168.

Fallot, P., & Sole, S. (1954): *Observations sur le Trias Betique et ses Algues Calcaires. Introduction géologique.* Mem. Com. Inst. geol. prov. *11*, 23–39.

Favre, E., & Schardt, H. (1887): *Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse et de la chaîne des Dents du Midi.* Mat. Carte géol. Suisse, 22.

Freymond, P. (1940): *Note sur les poudingues de la Mocausa.* Bull. Soc. vaud. Sci. nat. *61*, 13–14.

Fuchs, Th. (1895): *Fucoïden und Heiroglyphen.*

Gandolfi, R. (1942): *Ricerche Micropaleontogice e stratigrafice sulla Scaglia e sul Flysch cretacici dei Dintorni di Balerna (Cantone Ticino).* Riv. ital. paleont. *48*, 4.

Gasche, E. (1938): *Ein Crinoidenkelch aus dem Hydasp (der untersten Mitteltrias) der nördlichen Kalkalpen Oberösterreichs.* N. Jb. Min., Geol. u. Pal., Beil. *80*, Abt. B.

Genge, E. jun. (1958): *Ein Beitrag zur Stratigraphie der südlichen Klippendecke im Gebiet Spillgerten-Seehorn (Berner Oberland).* Eclogae geol. Helv. *51*/1, 151–211.

Guillaume, H. (1955): *Observations sur le Flysch de la nappe de la Simme.* Eclogae geol. Helv. *48*/2, 323–328.

Gümbel, C. (1869): *Über foraminiferen, Ostracoden usw. in den St-Cassian u. Raibler Schichten.* K. k. Reichsanst. *19*, 175–186.

Gürich, G. (1925): *Leitfossilien der Trias.* Berlin Bornträger *118*, 28.

Haug, E. (1899): *Les régions exotiques des Alpes suisses.* Bull. vaud. Sci. nat. *35*, 126.

Hohenstein, V. (1913): *Beiträge zur Kenntnis des mittleren Muschelkalks und des unteren Trochitenkalks am östlichen Schwarzwaldrand.* Geol. u. pal. Abh. *162*, 175–272.

Jaccard, F. (1904): *La région de la Brèche de la Hornfluh (Préalpes bernoises).* Bull. Lab. géol. Lausanne *5*, 1–205.

(1907): *La région du Rübli-Gummfluh (Préalpes médianes).* Bull. Lab. géol. Lausanne *11*, 407–548.

(1908): *Brachiopodes des calcaires de St-Triphon.* Bull. Soc. vaud. Sci. nat. *43*, 162–164.

(1909): *Les grès et calcaires à radiolaires du ruisseau du Troublon et de la rive gauche de la Grande Eau.* Bull. Soc. vaud. Sci. nat. *45*, 365–368.

(1909): *La région du Mont d'Or (Ormonts-Dessous) et ses relations avec le Flysch du Niesen.* Eclogae geol. Helv. *10*, 740–743.

Jeannet, A., & Rabowski, F. (1912): *Le Trias du bord radical des Préalpes médianes entre le Rhône et l'Aar.* Eclogae geol. Helv. *11.*

JEANNET, A. (1912-1913, 1918): *Monographie géologique des Tours d'Ai et des régions avoisinantes.* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 34.

KITTL, E. (1891–1894): *Die Gastropoden der Schichten von St. Cassian der südalpinen Trias.* Ann. k. k. Hofmuseum *6–9*.

– (1899): *Die Gastropoden der Esinokalke, nebst einer Revision der Gastropoden der Marmolatakalke.* Annal. k. k. Hofmuseum *14*.

KLAUS, J. (1953): *Les Couches rouges et le Flysch au SE des Gastlosen (Préalpes romandes).* (Thèse, Fribourg.)

KOKEN, E. (1897): *Die Gastropoden der Trias um Hallstatt.* Abh. k. k. geol. Reichsanst. *17*, 4.

LIEBUS, A. (1942): *Zur Foraminiferenfauna der Trias Ablagerungen von Eberstein.* Pal. Z. *83*, H. 1/2, 51–73.

LEMOINE, M. (1952): *Sur la présence de Dasycladacées dans le Trias de la Chaîne bétique (Espagne).* C. r. Acad. Sci. *234*, 1382–1384.

– (1954): *Observations sur le Trias Bétique et ses Algues Calcaires.* Mem. Com. Inst. geol. prov. *11*, 39–60.

LOMBARD, A. (1946): *Présence de l'Aalénien, du Cénomanien supérieur-Turonien et du Nummulitique dans la nappe du Niesen (coupe du Simmental).* Eclogae geol. Helv. *39*, 155–158.

LUGEON, M., & JACCARD, P. (1894): *Découverte de Gyroporelles dans le Trias du Chablais.* C. r. somm. Soc. géol. France, p. 13.

LUGEON, M. (1896): *La région de la Brèche du Chablais.* Bull. Carte géol. France.

LUGEON, M., & ANDRAU, E. (1927): *Sur la subdivision du Flysch du Niesen dans la région du Pic Chaussy.* Bull. Soc. vaud. Sci. nat. *56*.

LUGEON, M. (1938): *Quelques faits nouveaux dans les Préalpes internes vaudoises (Pillon, Aigremont, Chamossaire).* Eclogae geol. Helv. *31*/1.

– (1940): *Feuille des Diablerets (477 bis 480), avec notice explicative.* Atlas géol. Suisse 1 : 25000 N° 19.

– (1940): *A propos de la note de M. Léon Moret sur le rôle probable des Holothuries dans la genèse de certains sédiments calcaires.* C. r. somm. Soc. géol. France, p. 28.

LUGEON, M., & GAGNEBIN, E. (1941): *Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes.* Mém. Soc. vaud. Sci. nat. *7*, 1.

LUGEON, M. (1949): *La brèche et la colline d'Aigremont (Préalpes vaudoises).* Eclogae geol. Helv. *42*/2.

MCCONNELL, R. B. (1951): *La nappe du Niesen et ses abords entre les Ormonts et la Sarine.* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 95.

MORET, L. (1940): *Rôle probable des Holothuries dans la genèse de certains sédiments calcaires.* C. r. somm. Soc. géol. France, p. 11–12.

PHILIPP, H. (1904): *Paläontologisch-geologische Untersuchungen aus dem Gebiet von Predazzo.* Z. deutsch. geol. Gesell. *56*, 63.

v. PIA, J. (1912): *Neue Studien über die triadischen Siphoneae verticillatae.* Beitr. Pal. Geol. Österreich-Ungarns u. des Orients *25*.

– (1920): *Die Siphoneae verticillatae vom Karbon bis zur Kreide.* Abh. zool.-bot. Ges. Wien *11*, 2.

– (1922): *Einige Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Geschichte der Siphoneae verticillatae.* Z. indukt. Abstammungs. u. Vererbungslehre *30*.

– (1935): *Die Diploporen der anisischen Stufe Bosniens.* Ann. géol. Péninsule Balkan. *12*, 2.

– (1937): *Sammelbericht über fossile Algen. Dasycladaceae, mit Nachträgen aus früheren Jahren.* N. Jb. Min. Referate, *3*, 985–1027.

– (1940–1942): *Übersicht über die fossilen Kalkalgen u. die geologischen Ergebnisse ihrer Untersuchung.* Mitt. geol. Ges. Wien *33*, 11–34.

PUGIN, L. (1951): *Les Préalpes médianes entre le Moléson et Gruyères (Préalpes fribourgeoises).* Eclogae geol. Helv. *442*.

DE RAAF, M. (1934): *La géologie de la nappe du Niesen entre la Sarine et la Simme.* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 68.

RABOWSKI, F. (1912): *Simmenthal et Diemtigthal.* Mat. Carte géol. Suisse, carte spéc. N° 69.

– (1920): *Les Préalpes entre le Simmental et le Diemtigtal.* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 35.

RENEVIER, E. (1891): *Origine et âge du gypse et de la cornieule des Alpes vaudoises.* Eclogae geol. Helv. *2*, 244.

– (1890): *Monographie géologique des Hautes Alpes vaudoises.* Mat. Carte géol. Suisse 16.

RENZ, O. (1936): *Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Scaglia (Obere Kreide-Tertiär) im zentralen Apennin.* Eclogae geol. Helv. *29*/1, 1–149.

RICOUR, J. (1950): *Précisions sur certaines couches triasiques du Châblais voisines du front de la nappe de la Brèche.* C. r. Acad. Sci. *231*, 1526–1528.

– (1952a): *A propos de la «chaîne vindélicienne».* C. r. somm. Soc. géol. France *11*, 242–244.

– (1952b): *Faune du Trias de la couverture des massifs cristallins externes des Alpes (Suisse et France).* Note préliminaire. C. r. somm. Soc. géol. France *14*, 301–303.

RICOUR, J., & TRÜMPY, R. (1952): *Sur la présence de niveaux fossilifères dans le Trias supérieur de la nappe de Bex (Suisse).* C. r. somm. Soc. géol. France *2*, 240–242.

RÜBENSTRUNK, E. (1912): *Beitrag zur Kenntnis der deutschen Triasmyophorien.* Mitt. bad. geol. Landesanstr. *6*, 1–164.

SCHARDT, H. (1884): *Etudes géologiques sur le Pays-d'Enhaut vaudois.* Bull. Soc. vaud. Sci. nat. *20*, 1–188.

– (1884): *Livret des excursions du congrès géologique de Zürich,* Pl. X.

– (1908): *Excursion de la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises et vaudoises du 31 juillet au 4 août 1907.* Eclogae geol. Helv. *10*, 193.

SCHNEEGANS, D. (1933): *Sur la découverte de nouveaux gisements de Diplopores dans le Trias de la zone du Briançonnais.* Trav. Lab. géol. Grenoble, *17*, 59–76.

SCHWEIGHAUSER, J. (1950): *Spirillinen aus dem Lias von Arzo (Tessin).* Eclogae geol. Helv. *43*/2.

SHROCK, R. (1948): *Sequence in layered rocks.*

TERCIER, J. (1942): *Sur l'âge du Flysch des Préalpes médianes.* Eclogae geol. Helv. *35*/2, 133–138.

– (1947): *Le Flysch dans la sédimentation alpine.* Eclogae geol. Helv. *40*/2, 163–198.

TORNQUIST, A. (1900): *Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Umgebung von Recoaro und Schio (im Vicentin).* Z. deutsch, geol. Ges. *52*, 139.

TSCHÄCHTLI, B. S. (1939): *Gliederung und Alter der Couches rouges und Flyschmassen in der Klippen- und Simmendecke der Préalpes am Jaunpass (Simmental).* Eclogae geol. Helv. *321*, 39–46.

– (1941): *Über Flysch und Couches rouges in den Decken der östlichen Préalpes romandes.* (Thèse. Berne).

TWERENBOLD, E. (1955): *Les Préalpes entre la Sarine et les Tours d'Aï.* (Thèse Univ. Fribourg).

VONDERSCHMITT, L. (1926): *Die Giswilerklippen und ihre Unterlage.* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 80.

WEGMÜLLER, W. (1949): *Zur Frage der stratigraphischen und tektonischen Stellung des Platten-Flysches in der Simmentaler-Mulde.*

– (1953): *Geologie des Niederhorn-Kummigalm-Gebietes. (Thèse,* Berne).

WIDMER, A. (1959): Travail de diplôme inédit (Lausanne).

ZITTEL, K. A. (1910): *Grundzüge der Paläontologie.*

Planche I

(Première faune de mollusques)

1–4 *Neritaria* cf. *prior* E. PICARD (var. cognata E. Picard). – Cirque de l'Ecuale, dans le niveau à *Anisoporelles* et dans le gisement au NE de Dorchaux – 2–3, formes juvéniles (F. ELLENBERGER pl. 2, fig. 23–27).

5–6 *Worthenia hausmanni* GOLDF. sp. – (F. ELLENBERGER pl. 4, fig. 23–25).

7 *Worthenia* nov. sp. ELL. – (F. ELLENBERGER pl. 4, fig. 1–3).

8–9 *Worthenia* nov. sp. Ell. (?) – Formes juvéniles.

10 *Myophoria* aff. *elegans* DUNKER.

11–12 *Anisoporella occidentalis* n. sp. – 11 montre un manchon adulte bien conservé tandis que 12 représente l'extrémité d'un manchon usé dont les pores sont en partie obturés.

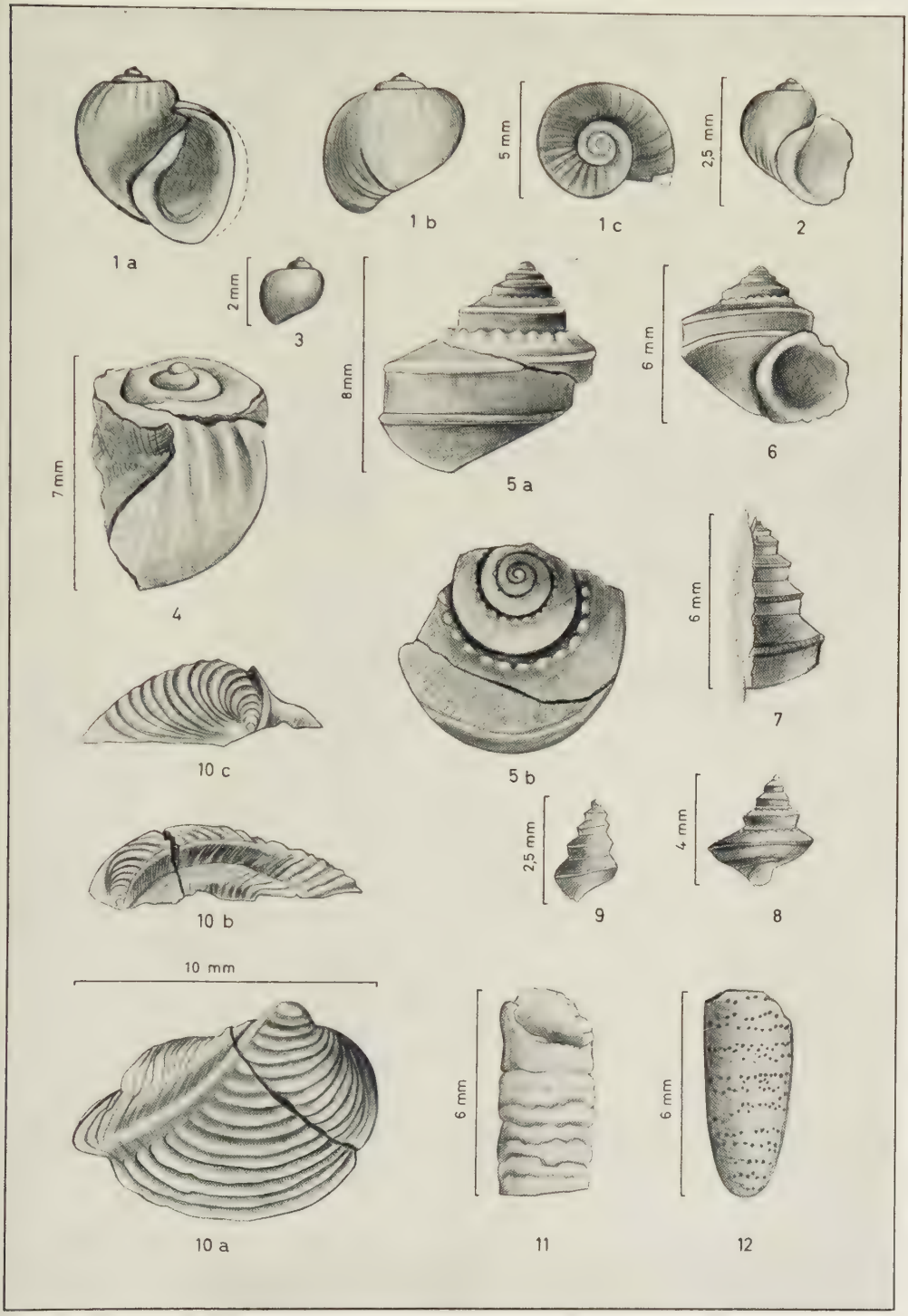

1 a
1 b
5 mm
1 c
2,5 mm
2
2 mm
3
8 mm
5 a
6 mm
6
7 mm
4
6 mm
7
5 b
10 c
2,5 mm
9
4 mm
8
10 b
10 mm
10 a
6 mm
11
6 mm
12

Planche II

1 *Cassianella* n. sp. – Voir description p. 69.
2 *Euomphalus* n. sp. – Voir description p. 68.
3 *Omphaloptycha* cf. *pyramidata* Koken.
4 *Omphaloptycha* cf. *gregaria* V. Schl. sp.
5 *Loxonema* cf. *lommeli* V. Münst. sp.
6 *Cryptonerita* (?) n. sp. – Voir description p. 70.
7 *Omphaloptycha* aff. *stotteri* Klippst. sp.
8 *Omphaloptycha* cf. *gregaria* V. Schl. sp. – Forme juvénile.
9 *Palaeonucula* sp. (aff. *rotunda* Bittn.)
10 *Spiriferina fragilis* V. Schl. sp. – Forme juvénile.
11 *Umbonium* sp. (?) ou *Adaeorbis* sp. (?) – (F. Ellenberger pl. 6, fig. 4–11).
12 *Loxonema* sp. (aff. *striatum* Koken), 1897, pl. 22, fig. 13.
13 *Myophoria* cf. *goldfussi* V. Alb. – Forme reconstituée.

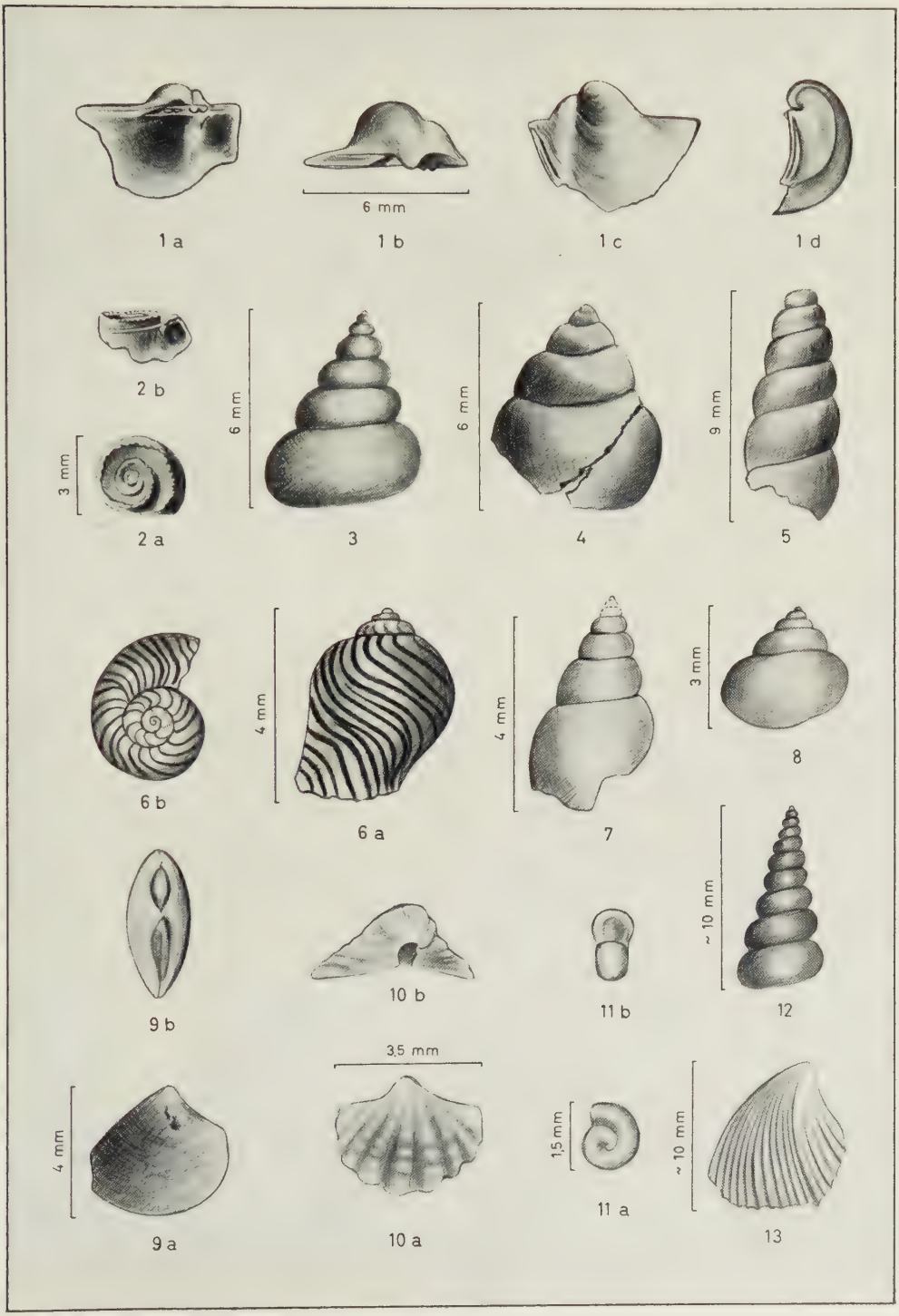

1 a
6 mm
1 b
1 c
1 d
2 b
3 mm
2 a
6 mm
3
6 mm
4
9 mm
5
6 b
4 mm
6 a
4 mm
7
3 mm
8
9 b
10 b
11 b
~ 10 mm
12
4 mm
9 a
3,5 mm
10 a
1,5 mm
11 a
~ 10 mm
13

Planche III

Anisoporella occidentalis nov. gen., nov. sp.: manchons dégagés à l'acide (voir explications p. 59).

1–5: face externe de manchons à divers stades de conservation (fig. 2a et 2b = holotype).

6: face interne avec section longitudinale d'un manchon bien conservé.

7: face interne d'un fragment de manchon après une attaque prolongée à l'acide acétique.

8–10: Sections perpendiculaires à l'axe du manchon.

Grossissement: 1, 3–10 $\times 20$ environ.
2 $\times 10$ environ.

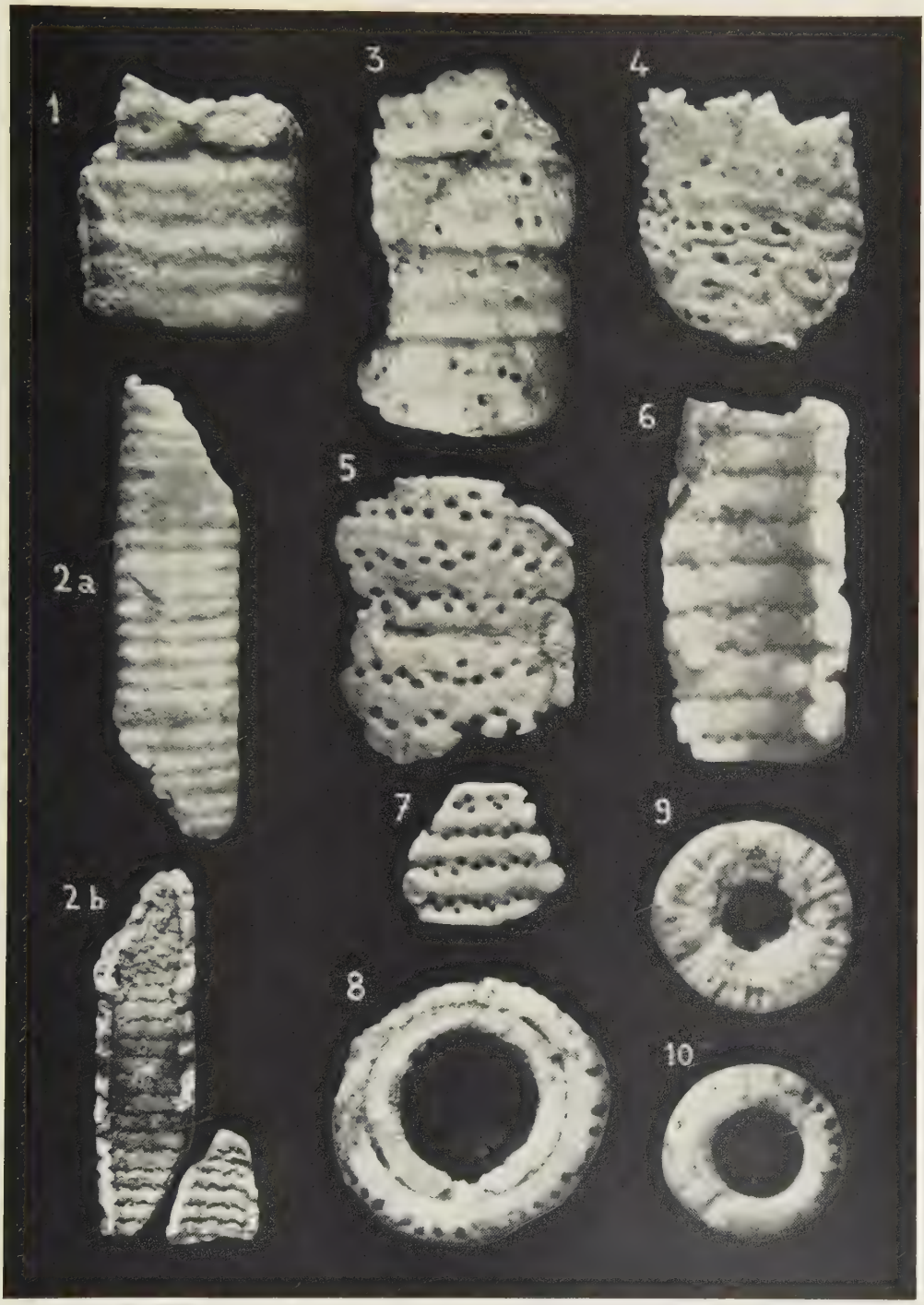
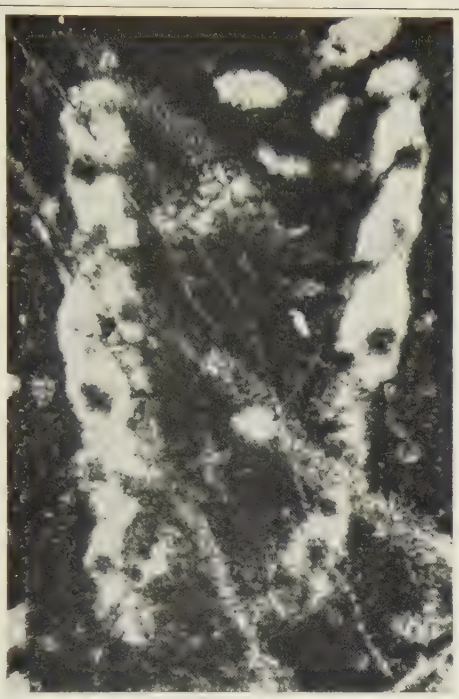

1
3
4
2a
5
6
7
9
2b
8
10

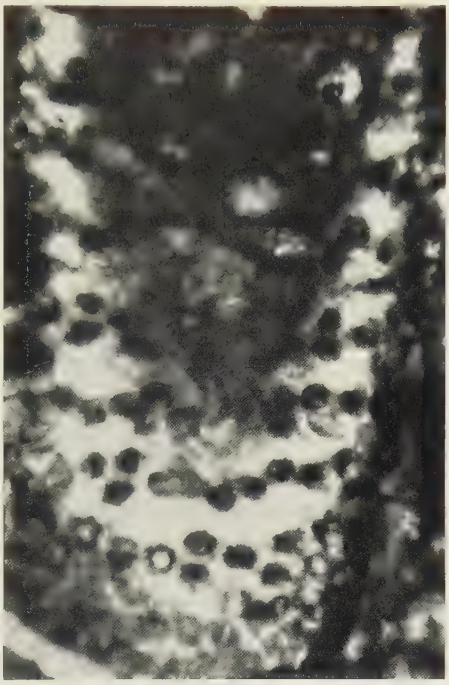
Planche IV

1–4 *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp.: coupes minces (voir p. 58).

Grossissement: ×20 environ.

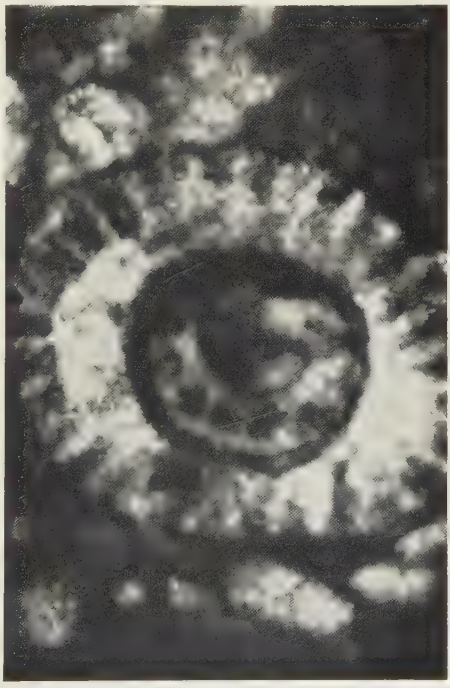


1



2

3



4

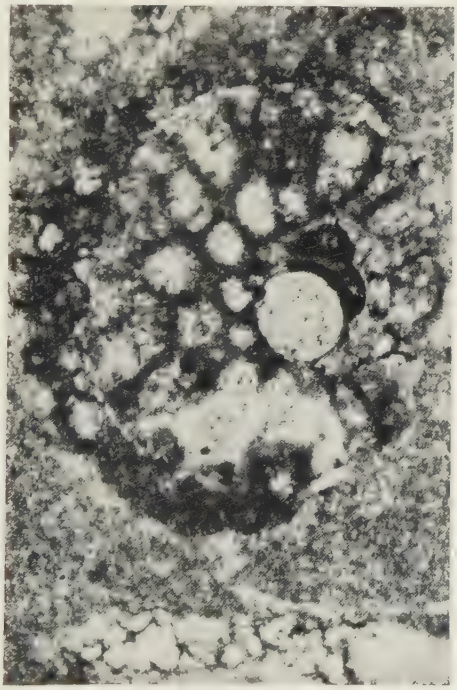
Planche V

1–2 *Anisoporella occidentalis* nov. gen., nov. sp. (voir p. 58).
3 *Macroporella* sp. cf. *alpina* v. Pia (voir p. 64).
4 *Diplopora uniserialis* v. Pia (voir p. 65).

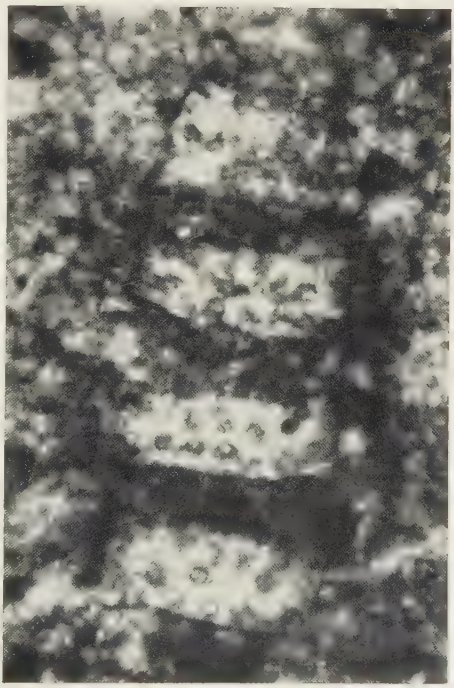
Grossissement: ×20 environ.

1

2



3



4

Planche VI

Physoporella prealpina v. Pia (voir p. 62).

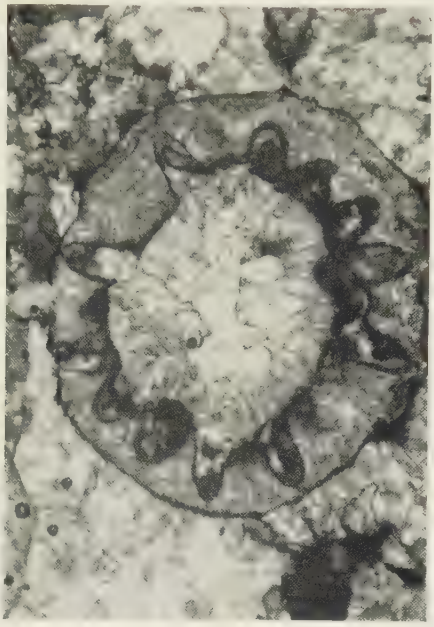
1 et 3: coupes obliques.

2 coupe perpendiculaire à l'axe.

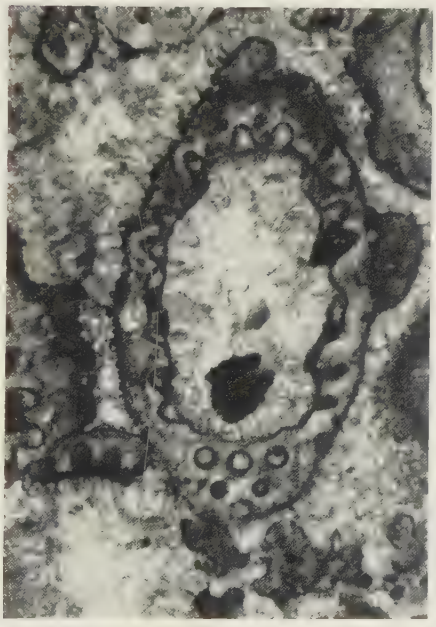
4 à gauche: coupe tangentielle; à droite: *Physoporella minutula* v. Pia, coupe axiale (voir p. 63).

Grossissement: ×15 environ.

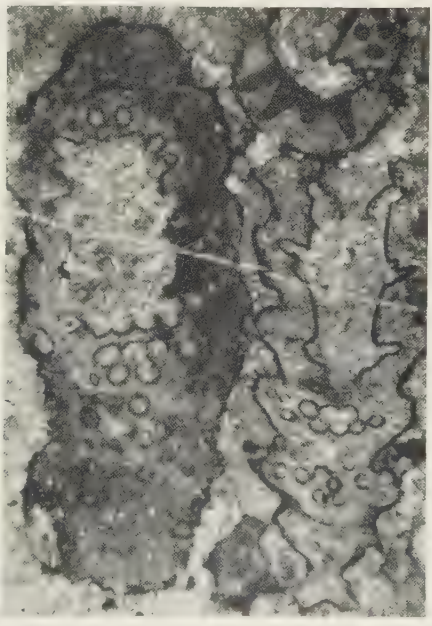
1



2



3



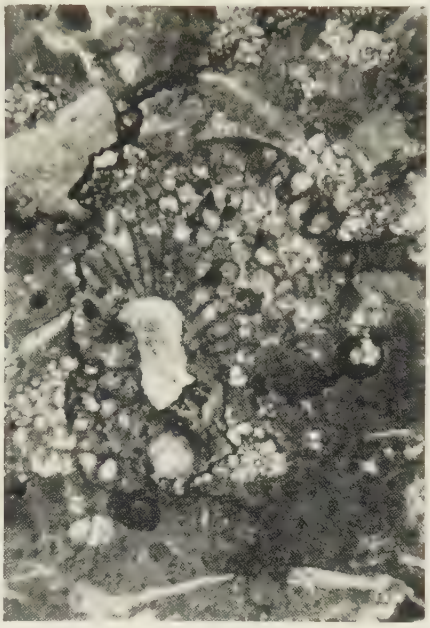
4

Planche VII

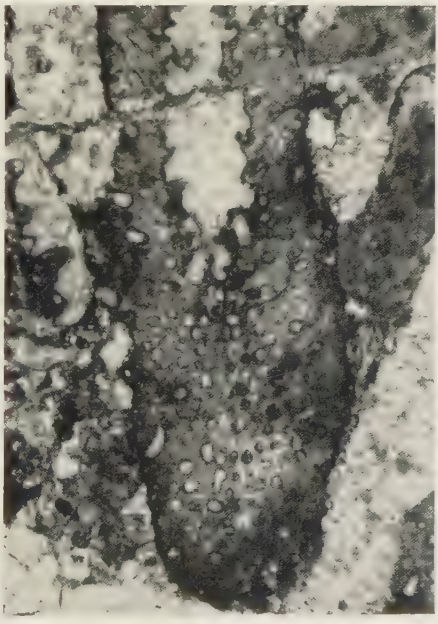
1 *Diplopora annulatissima* v. Pia (voir p. 64).
2 *Macroporella* sp. (voir p. 64).
3–4 *Teutloporella* sp. cf. *triasina* Schauroth.

Grossissement : ×15 environ.

1



2



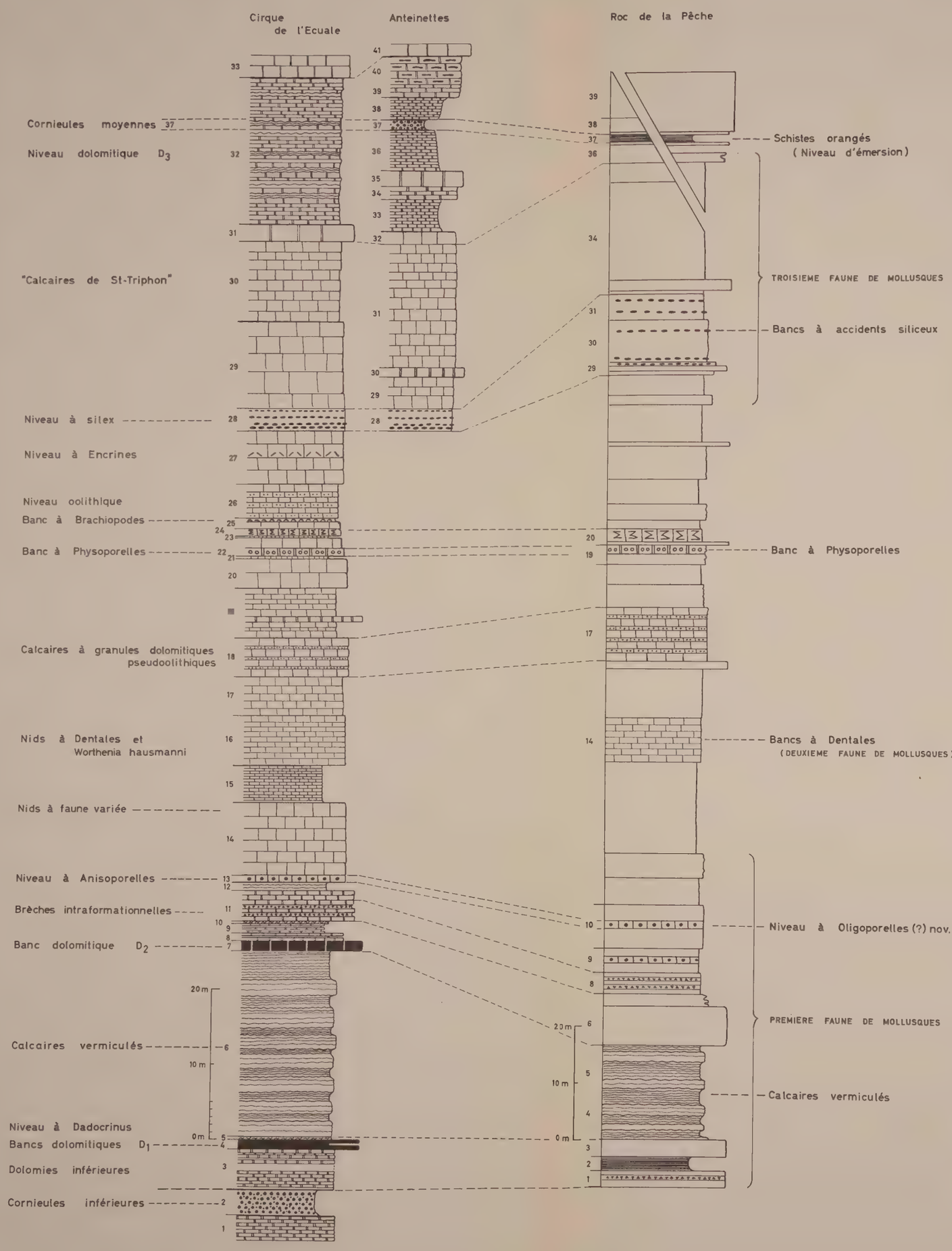
3

4

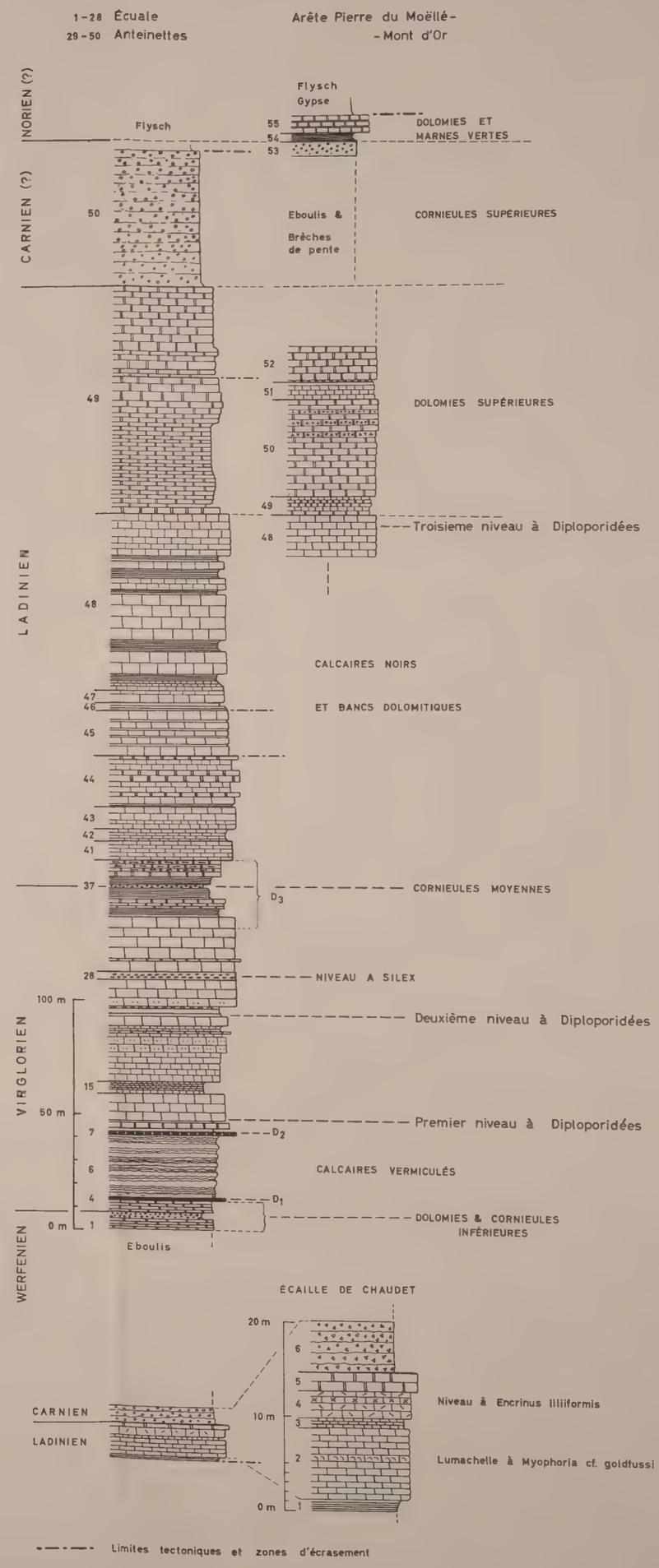
COUPES DU VIRGLORIEN

A) DU MONT D'OR
PRÉALPES RADICALES

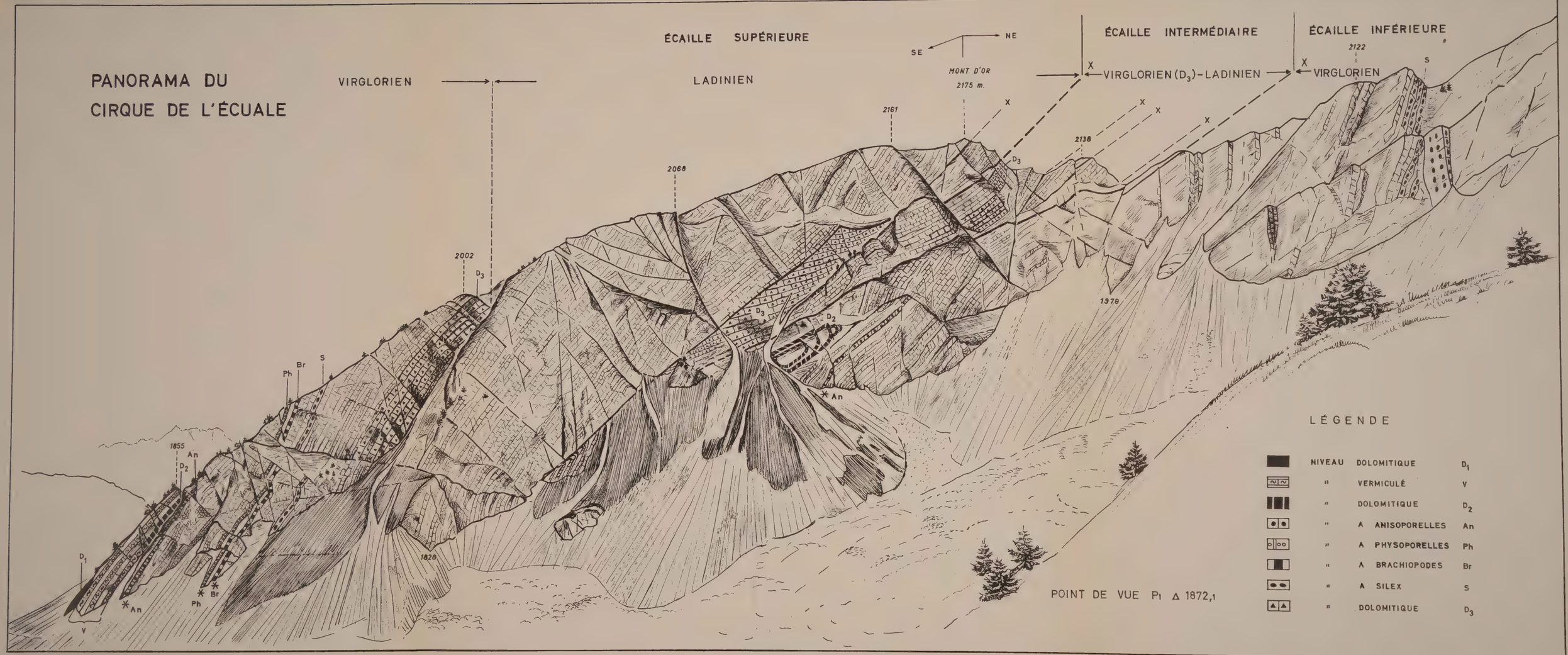
B) DE VANOISE OCCIDENTALE
D'après F. Ellenberger



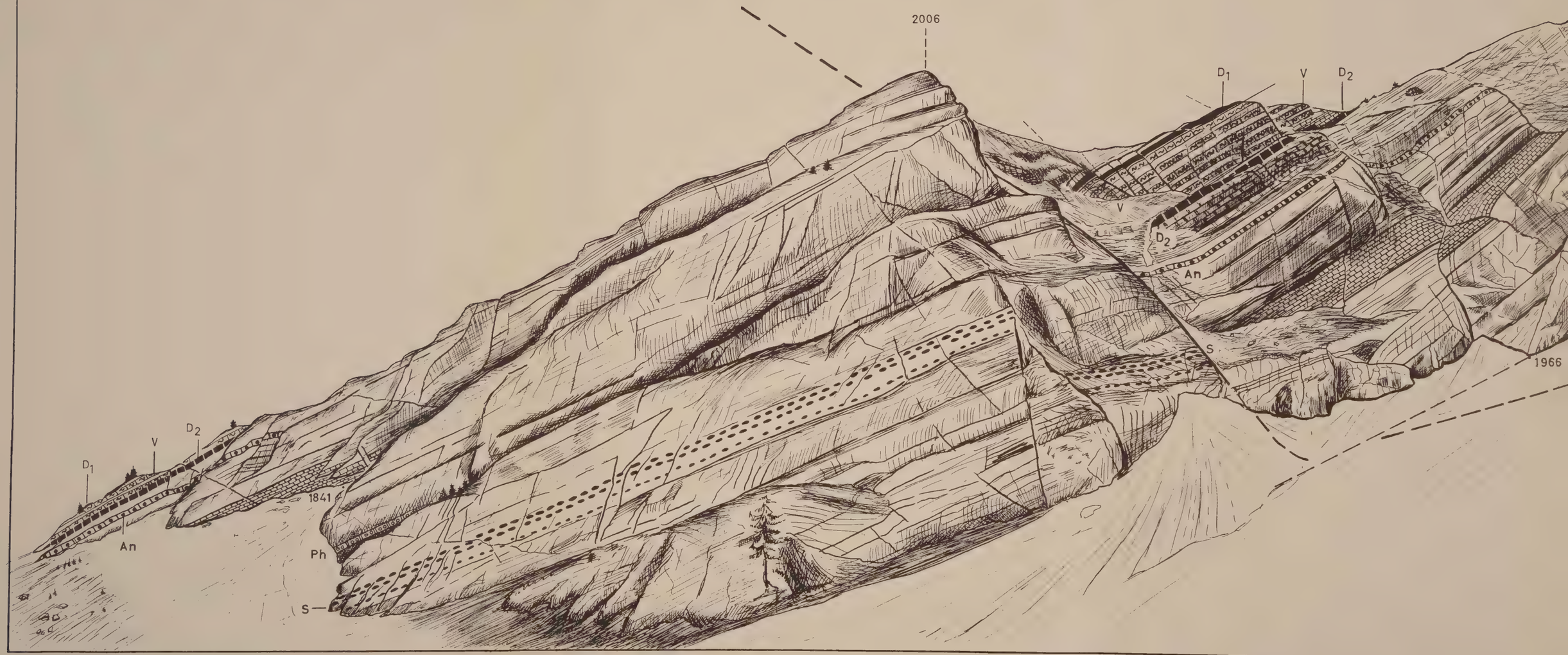
COUPE DE L'ÉCAILLE DU MONT D'OR



PANORAMA DU CIRQUE DE L'ÉCUALE



PANORAMA DU CIRQUE DE DORCHAUX



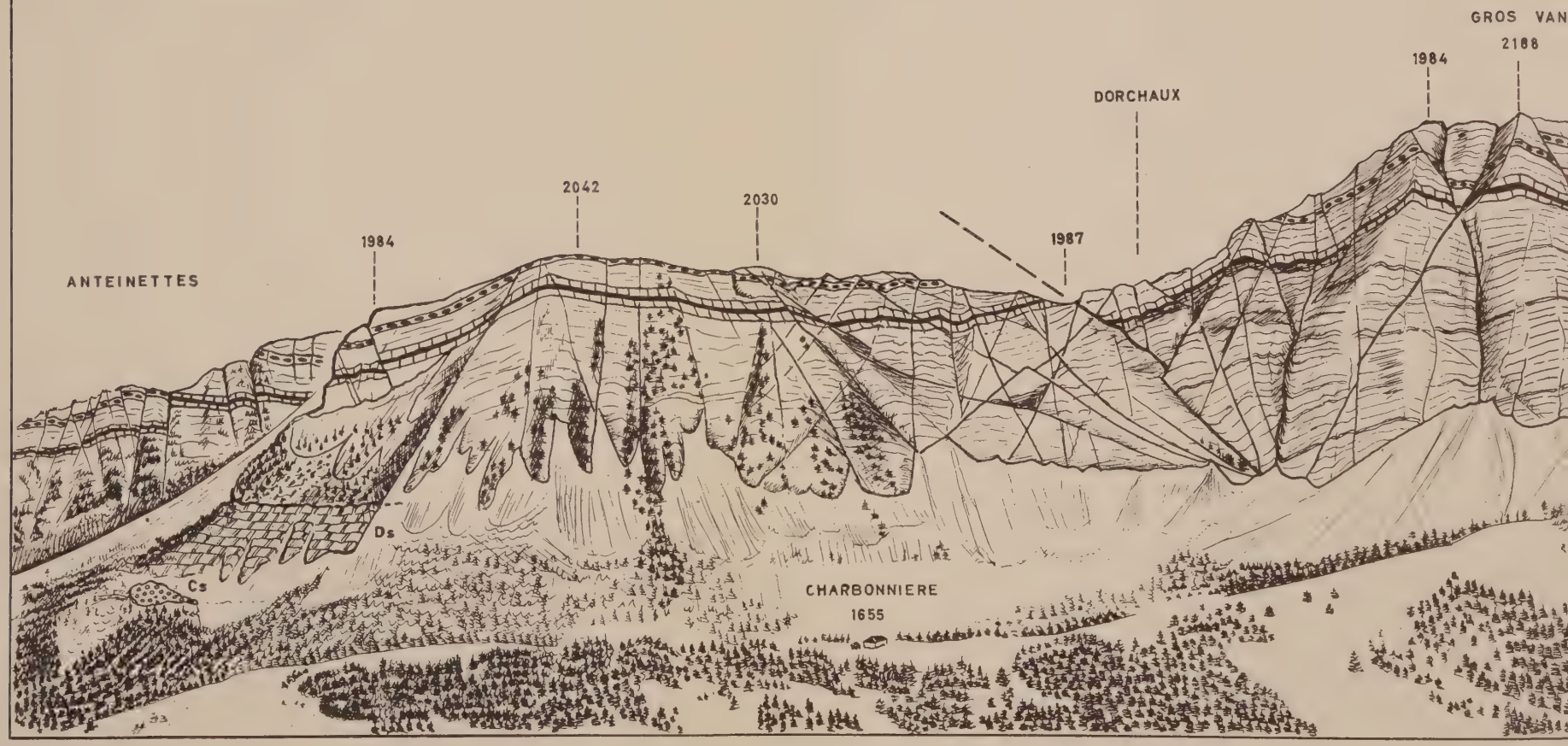
POINT DE VUE P_2 1880 m

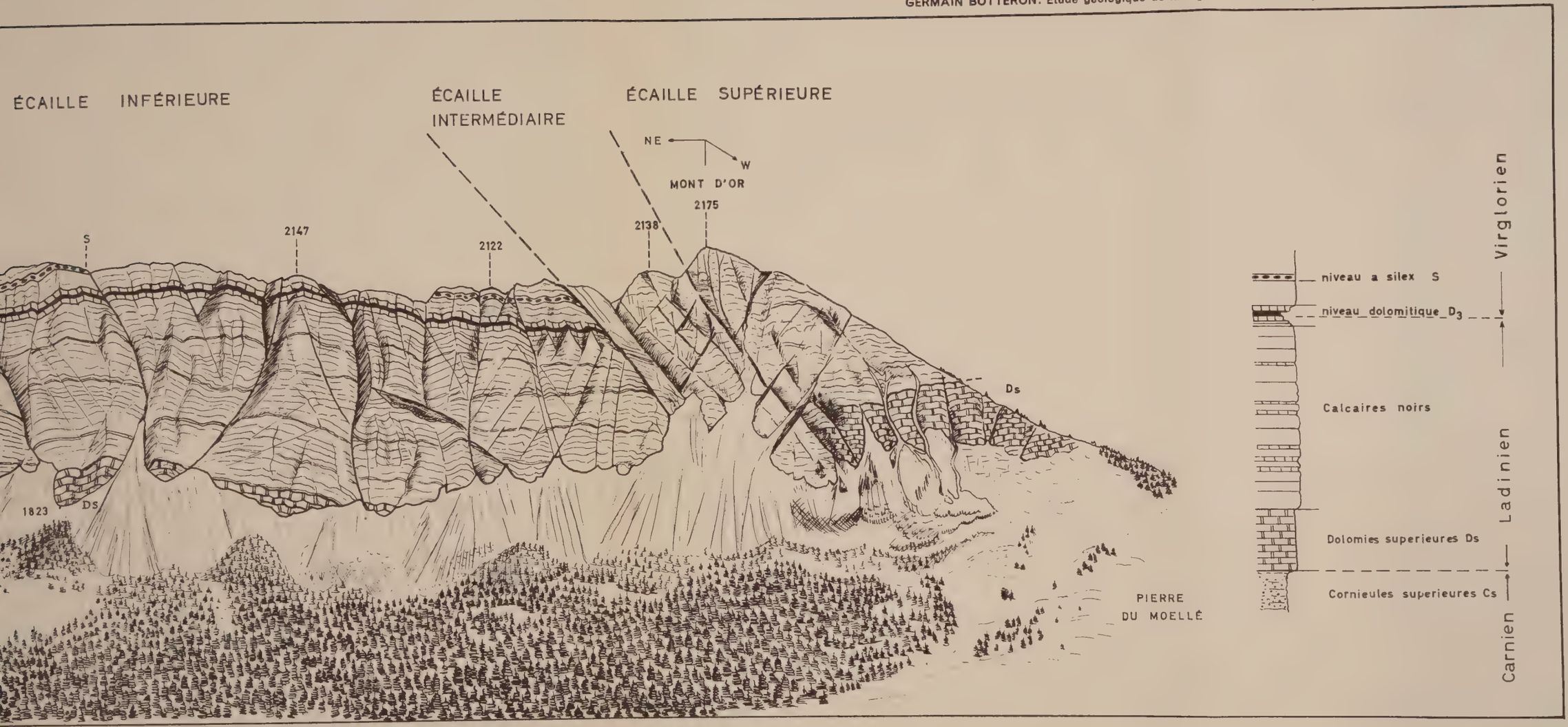
LÉGENDE

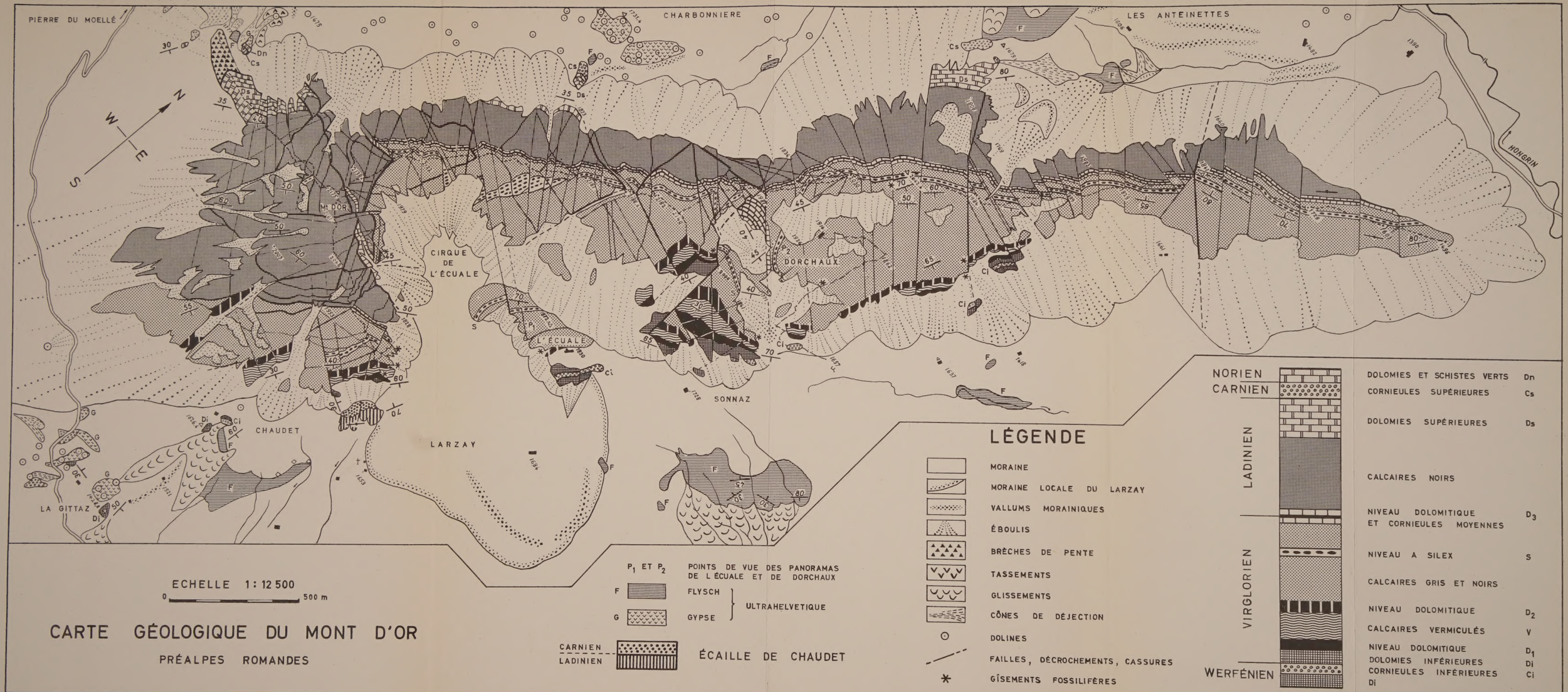
	NIVEAU	DOLOMITIQUE	D_1
	"	VERMICULÉ	V
	"	DOLOMITIQUE	D_2
	"	A ANISOPORELLES	An
	"	A PHYSOPORELLES	Ph
	"	A SILEX	S
	"	DOLOMITIQUE	D_3

PANORAMA DE LA FACE NW DU MONT D'OR

POINT DE VUE : Pte D'AVENEYRE △ 2026,9




ÉCAILLE INFÉRIEURE
ÉCAILLE INTERMÉDIAIRE
ÉCAILLE SUPÉRIEURE
NE
W
MONT D'OR
2175
2138
2147
2122
S
1823
Ds
Ds
PIERRE DU MOELLÉ
niveau a silex S
niveau dolomitique D3
Calcaires noirs
Dolomies superieures Ds
Cornieules superieures Cs
Virglorien
Ladinien
Carnien


PIERRE DU MOELLÉ
CHARBONNIERE
LES ANTEINETTES
HONGRIN
Mt D'OR
CIRQUE DE L'ÉCUALE
L'ÉCUALE
DORCHAUX
SONNAZ
LARZAY
CHAUDET
LA GITTAZ
N
S
W
E
ECHELLE 1 : 12 500
0
500 m
CARTE GÉOLOGIQUE DU MONT D'OR
PRÉALPES ROMANDES
LÉGENDE
MORAINE
MORAINE LOCALE DU LARZAY
VALLUMS MORAINIQUES
ÉBOULIS
BRÈCHES DE PENTE
TASSEMENTS
GLISSEMENTS
CÔNES DE DÉJECTION
DOLINES
FAILLES, DÉCROCHEMENTS, CASSURES
GISEMENTS FOSSILIFÈRES
P1 ET P2 POINTS DE VUE DES PANORAMAS DE L'ÉCUALE ET DE DORCHAUX
F FLYSCH
G GYPSE
ULTRAHELVETIQUE
CARNIEN
LADINIEN
ÉCAILLE DE CHAUDET
NORIEN
CARNIEN
LADINIEN
VIRGLORIEN
WERFÉNIEN
DOLOMIES ET SCHISTES VERTS Dn
CORNIEULES SUPÉRIEURES Cs
DOLOMIES SUPÉRIEURES Ds
CALCAIRES NOIRS
NIVEAU DOLOMITIQUE ET CORNIEULES MOYENNES D3
NIVEAU A SILEX S
CALCAIRES GRIS ET NOIRS
NIVEAU DOLOMITIQUE D2
CALCAIRES VERMICULÉS V
NIVEAU DOLOMITIQUE D1
DOLOMIES INFÉRIEURES Di
CORNIEULES INFÉRIEURES Ci
Di